



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

DINÁMICA POBLACIONAL DE LA MEDUSA *Stomolophus meleagris* (L.AGASSIZ, 1862)
DURANTE EL EVENTO EL NIÑO 2015-2016 EN LA LAGUNA LAS GUÁSIMAS, SONORA,
MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS

(Biología Marina)

PRESENTA:
LAURA CRISTINA GÓMEZ SALINAS

TUTOR PRINCIPAL:
Dra. Juana López Martínez
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C

COMITÉ TUTOR:
Dr. Manuel Gallardo Cabello
Dra. María Adela Monreal Gómez
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

ASESOR(A) EXTERNO(A):
Dra. Elaine Espino Barr
Instituto Nacional de Pesca
Dr. José Eduardo Valdez Holguín
Universidad de Sonora

CD. MX., ENERO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios, la UNAM, por la formación y educación brindada, por la oportunidad que me ofrece de ser mejor persona año con año.

Al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología y al CIBNOR Unidad Sonora Campus Guaymas, por permitirme estudiar en sus instalaciones y por todo el apoyo brindado en mis labores académicas.

Al CONACYT por el apoyo mediante una beca y al proyecto titulado “Cambio Climático y la población de la medusa *Stomolophus meleagris*. Impacto en la estructura y funcionamiento del ecosistema marino y en las pesquerías del Golfo de California” SEMARNAT-CONACYT-2014-1249458.

A la Dra. Juana López Martínez, gracias por la gran y maravillosa oportunidad brindada, por apoyarme, aconsejarme, escucharme y nunca cortarme las alas, aunque tenga bastantes cosas ya por hacer, gracias también por los límites impuestos cada vez que los ocupaba, por considerarme en bastantes ocasiones para los trabajos, las salidas de campo y todas esas cosas que usted sabe que me hacen muy feliz. No tiene idea de lo mucho que estoy agradecida. Gracias por el apoyo y por toda la confianza depositada que permite que yo confíe en mí misma, GRACIAS.

A los integrantes de mi comité tutorial: Dr. Manuel Gallardo, Dra. Elaine Espino Barr, Dr. José Valdés Holguín y Dra. Adela Monreal, gracias por su disposición, por su paciencia y por los consejos brindados para la realización de mi tesis, significa mucho para mí.

Al Dr. Gallardo, gracias por lo mucho que ha hecho por mí, por apostar por mí y hablar por mí. Gracias por las charlas en clase y por su confianza, por estar al pendiente de mí estando tan lejos ¡gracias!

Al personal del Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR: a la Dra. Eloisa Herrera por su apoyo académico como personal, por las facilidades prestadas dentro del laboratorio y por su actitud siempre positiva. Al Dr. Rufino Morales por su apoyo académico y por el apoyo brindado en todos los aspectos, por su preocupación hacia mi persona.

Al Dr. André C. Morandini y al Instituto de Biociências en la Universidade de São Paulo por aceptarme en sus instalaciones, por su ayuda y apoyo durante mi estancia y sobretodo su amabilidad. ¡Muchas gracias!

A mis padres, porque siempre están al pendiente de mí. Mamá, gracias por tu fortaleza, por tu valor y apoyo que tuve en todo este proceso. Papá gracias por el valor y ánimos que siempre me inyectas. Son las personas a las que más adoro y admiro, aunque no lo diga. ¡Gracias a ambos por apoyarme en mis metas y sueños ¡ A mis hermanas Lula y Vale, gracias a ustedes cada día intento ser una mejor persona y superarme más, me sorprende cada día más su valor e inteligencia, son lo máximo, las admiro mucho. Chucho gracias por pensar en nosotras siempre antes que en ti, es más de lo que merecemos, eres nuestro hermano preferido, te queremos.

A mis amigos universitarios: Carlos, Peny, Fer, Auro, Pancho, Luci y Viri quienes porque a pesar de la distancia, pareciera que no ha pasado ni un momento desde que partí, gracias por su apoyo y amistad. A Mary, Luz y Andrei, mis amigos “los fresitas” quienes estuvieron al pendiente de mí, apoyando, escuchando y aconsejándome, los quiero. Mary, gracias por siempre estar al pendiente de mí, Andrei gracias por ser buena persona conmigo, Luz eres la gurú de nuestros consejos.

A Jazmin, la distancia no hizo más que acercarme más a ti, gracias por no dejarme sola, gracias a ti no me he vuelto loca, fuiste una luz súper importante en ese feo momento ¡te quiero!

A Xitlali, mi apoyo muy al principio de este camino, te quiero, agradezco infinitamente tu amistad y tu ayuda, tu apoyo, paciencia y comprensión, eres un sol.

A Eric, por ese pedacito de vida a tu lado, por tu amor, paciencia y comprensión, por intentar. Por la parte de mi qué no conocía y todo lo aprendido. No imaginas el lugar que ocupa en mi corazón, ¡Te quiero!

A mis CCHros preferidos: Carlitos Baza, Carlos, mi gordo hermoso, Alejandra, Deborah y Luis porque el tiempo no pasa por nosotros.

A mis compañeros del laboratorio: Edgardo, Leo, Maggy, Clau, Irlanda, Carlos, Celia, Tello, Edgar y Viviana, gracias a todos por su compañía y cariño. Tello, mil gracias por tu apoyo, significó mucho para mí y mi trabajo. Arzola, Dios te lo pague con 5 bendiciones. Edgardo, gracias por tu paciencia con esta niña, por ser lindo y las noches de estudio. Irlanda y Maggy, por su acogida, ustedes siempre tan alegres. Leo gracias por tu amistad y cariño, por escuchar, por tu apoyo, por tu cuidado hacia mí persona, por seguirme la onda en todas las cosas locas que se me ocurren y tu infinita paciencia, por ser mi intérprete sonoreNSE, ¡gracias!

A Nat y Luz, por ser las romíes más bonitas en el mundo, por su amistad y la felicidad brindada a mi vida. A Martina y Xico por su amistad y su gran sentido del humor.

A Violeta y Dana por su apoyo, amistad, compañía y confianza, son un sol ¡Gracias! Han sido las primeras personas en apoyarme aquí, no saben la gratitud que les tengo, muchas gracias.

A mis norteñas favoritas: Moni, Bia y Dianela son un tesoro para mí en tierras lejanas, adoro su compañía, su cariño y sus consejos. ¡Las quiero! Shei, por tu apoyo y comprensión, por sinceridad y amistad, he aprendido mucho de ti y de mí estando a tu lado, te admiro y te quiero montones. A mis muy queridos amigos de la montaña: Don Raúl, Usvaldo, Mario y Héctor. A todos: ¡Gracias! Mi amor a Guaymas es gracias a ustedes.

A Gissele, Edgar, Jhon y Max por la ayuda que me brindaron en el "*Laboratório de Cultivo e Estudos de Cnidaria*" por toda su amabilidad y compañía durante mi estancia en la USP.

A Bruno por su compañía y por estar tan pendiente de mí y mi seguridad. Por todo el apoyo que me brindó antes y durante mi estancia en Brasil, por pretender que no extrañara mi tierra y "falar" en español. ¡Obrigada!

A las meninas Bia, Geisy, Nath, Mandy y Gis por hospedarme en su casa, enseñarme su cultura y pedacitos de su país. Por la paciencia guardada al "ñaosaberfalarportugués" y explicarme todo tipo de cosas, fue un honor vivir en su casa. ¡Muito obrigada zapatudas!

Nada se construye sólo, ustedes son y fueron fundamentales en este pedacito de mi vida.

¡Miles de gracias!

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. ANTECEDENTES	3
II.1. Biología de la especie	5
II.2. Área de distribución	5
II.3. Alimentación	6
II.4. Papel ecológico de la especie	6
II.5. Ciclo de vida	7
II.6. Desarrollo gonadal	7
II.7. <i>Stomolophus meleagris</i> y su relación con el ambiente	8
III. AREA DE ESTUDIO	10
IV. HIPÓTESIS	
V. OBJETIVOS	12
V.1. Objetivo general	12
V.2. Objetivos específicos	12
VI. MATERIAL Y MÉTODO	13
VI.1. Trabajo de campo	13
VI.2. Trabajo de laboratorio	14
VI.3. Trabajo de gabinete	17
VI.3.1 Estructura de tallas	17
VI.3.2 Estimación del crecimiento	17
VI.3.2.1 Método de Powell y Wetherall	18
VI.3.2.2 Método de ELEFAN I	18
VI.3.3. Patrón de reclutamiento	19
VI.3.4. Determinación de primera madurez sexual o talla de maduración de madurez masiva	19
VI.3.5. Mortalidad	20
	iii

VI.3.6. Análisis de cohortes basados en tallas	20
VII. RESULTADOS	23
VII.1. Estructura de tallas y relación longitud peso	23
VII.2. Frecuencia y localización de éfiras e individuos juveniles	31
VII.3. Determinación de los parámetros de crecimiento	35
VII.4. Patrón de reclutamiento	37
VII.5. Estimación de la mortalidad	38
VII.6. Biología reproductiva	38
VII.7. Talla de primera madurez sexual	40
VII.8. Análisis de cohortes basado en tallas	40
VII.9. Condiciones ambientales	43
VII.10. Apartado: Éfiras e individuos juveniles	45
VIII. DISCUSIÓN	46
IX. CONCLUSIONES	56
X. LITERATURA CITADA	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de vida de la medusa <i>Stomolophus meleagris</i> .	7
Figura 2	Sitio de muestreo. Laguna de las Guásimas, Sonora.	10
Figura 3	Medusa bola de cañón <i>S. meleagris</i> , biometría de la fase medusa.	13
Figura 4	Éfira de la medusa <i>S. meleagris</i> , longitud de lóbulo a lóbulo	14
Figura 5	Estructura de tallas de <i>S. meleagris</i> para el año 2014.	28
Figura 6	Estructura de tallas de <i>S. meleagris</i> para el año 2015.	29
Figura 7	Estructura de tallas de <i>S. meleagris</i> para el año 2016.	30
Figura 8	Laguna de Las Gúasimas. Sitios de recolección de muestras	31
Figura 9	Frecuencia de individuos (éfiras y juveniles) por mes de cada año.	32
Figura 10	Laguna de Las Guásimas, ubicación de éfiras, juveniles y adultos.	34
Figura 11	Tiempos de residencia en la laguna para cada fase del individuo	34
Figura 12	Curva de crecimiento de <i>S. meleagris</i> calculadas para los años 2014, 2015 y 2016.	36
Figura 13	Anomalías estandarizada de $\bar{\sigma}$ (índice del desempeño de crecimiento) de <i>S. meleagris</i> en la laguna de Las Guásimas, Sonora	36
Figura 14	Patrón de reclutamiento de <i>S. meleagris</i> calculado para los años 2014, 2015 y 2016.	37
Figura 15	Proporción sexual por quincena de <i>S. meleagris</i> en el año 2016.	38
Figura 16	Frecuencias porcentuales quincenales de madurez sexual de la medusa <i>S. meleagris</i>	39
Figura17	Talla de primera madurez sexual ($L_{50\%}$) para las hembras maduras de <i>S. meleagris</i> del año 2016 en la laguna de Las Guásimas.	39
Figura18	Capturas totales en la laguna Las Guásimas, Sonora	40
Figura19	Número medio de individuos por intervalo de talla, mortalidad por pesca, mortalidad natural y tasa de explotación de <i>S. meleagris</i> en la laguna de Las Guásimas, Sonora.	41

Figura20	Tasa de explotación de la medusa bola de cañón en la laguna de Las Guásimas de los años 2014-2016.	42
Figura 21	Magnitud de reclutamiento por año de la medusa <i>S. meleagris</i> en la laguna de Las Guásimas, Sonora.	42
Figura22	Anomalías trimestrales de la temperatura superficial del mar los años 2014, 2015 y 2016, Parámetros poblacionales durante los años 2014-2016	43
Figura 23		44
Figura 24	Éfiras con malformaciones	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de los estadios gonadales en hembras de <i>Stomolophus meleagris</i> según Rodríguez-Jaramillo <i>et al.</i> (2008).	15
Tabla 2	Clasificación de los estadios gonadales en machos de <i>S. meleagris</i> según Rodríguez-Jaramillo <i>et. al</i> (2008).	16
Tabla 3	Valores a y b de la relación talla- peso de la medusa <i>S. meleagris</i> en la laguna Las Guásimas	24
Tabla 4	Rango, cohortes y periodo de ocurrencia de los individuos de <i>S. meleagris</i> con base a la estructura de tallas.	24
Tabla 5	Número de cohortes en la temporada 2014	26
Tabla 6	Número de cohortes de la temporada 2015	26
Tabla 7	Número de cohortes de la temporada 2016	27
Tabla 8	Parámetros de crecimiento calculando con los métodos de Sheperd y ELEFAN I y t0.	35
Tabla 9	Estimaciones del coeficiente instantáneo de mortalidad por el año de <i>S. meleagris</i> por el método de curva de captura	37
Tabla 10	Estimaciones del coeficiente instantáneo de mortalidad por el año de <i>S. meleagris</i> por el método de análisis de cohortes	38
Tabla 11	Abundancia, reclutamiento, mortalidades por pesca y total estimadas por el método de cohortes basado en tallas	40

RESUMEN

La pesquería de medusas es una actividad importante en países orientales, debido a su alta demanda como alimento. A causa de esto, diversos países donde las especies no se consumen como Estados Unidos, Argentina y México se han sumado a esta actividad. En México la extracción se limita a la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (L. Agassiz, 1862), del orden Rhizostomae, caracterizada por presentar una campana gruesa y rígida, características predilectas por el mercado asiático. El aprovechamiento de esta especie ya es una pesquería formal en el estado de Sonora, específicamente en la laguna Las Guásimas y aunque la presencia y abundancia de esta especie varía año con año, la pesca no se deja de practicar. En este trabajo se evalúa la dinámica poblacional de la medusa *S. meleagris* antes y durante el fenómeno de El Niño del cual poco se sabe su relación.

Se realizaron análisis anuales de la estructura de tallas, crecimiento, patrón de reclutamiento, mortalidad y abundancias de los años 2014-2016, temporadas que cubren el evento El Niño 2014-2016.

Se obtuvo los siguientes valores de crecimiento individual promedio ajustado al modelo de von Bertalanffy: 2014 $L_t = 158 [1 - e^{-5.7(t - (-0.0311))}]$; 2015, $L_t = 163 [1 - e^{-5.15(t - (-0.0343))}]$ y 2016 $L_t = 161 [1 - e^{-4.60(t - (-0.0387))}]$. Se estimó un coeficiente instantáneo de crecimiento acelerado y se encontró que a los tres meses de vida de una medusa alcanza la talla mínima legal de captura (110 mm), sin embargo, con base a los análisis de reproducción realizados para el año 2016, no se asegura una reproducción óptima de los individuos bajo esta talla de captura. Se estimó una longevidad de 6, 7 y 8 meses que en general obedece a la cantidad de meses de permanencia de la medusa en la laguna. De acuerdo a las estimaciones realizadas con el índice de funcionamiento del crecimiento \emptyset' existe un efecto negativo en el crecimiento del año 2016 con respecto a los dos años anteriores, que bien puede obedecer al evento El Niño. El reclutamiento se determinó para 2014 y 2015 para los primeros 6 meses del año y para 2016 un lapso entre mayo y agosto, obedeciendo quizá a la reproducción sexual de la medusa y no al pólipo.

La mortalidad total obtenida mediante la curva de captura basada en tallas fue sobreestimada hasta llegar a valores de 35.1 (2014), 23.0 (2015) y 17.4 (2016), por ende la tasa de explotación también fue sobreestimada. Por medio del análisis de cohortes basado en tallas, estos estimados disminuyeron por año, 18.7 (2014), 12.2 (2015) y 12.0 (2016), teniendo tasas de explotación más razonables. Los valores de abundancia fueron de 797, 173, 009 individuos previos a la llegada del año Niño, de 1,718, 551, 518 individuos en el 2015 y de 309, 045, 842 individuos en el 2016, las fluctuaciones anuales pudieron deberse a variables ambientales como la temperatura, sin embargo, los cambios presentados en años correspondientes a Niño, parecieron afectar todos y cada uno de los aspectos poblacionales aquí estudiados.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe demanda de las medusas para uso en el aprovechamiento como alimento (Brotz y Pauly 2012, Purcell 2012). En este sentido la pesquería de medusa es una actividad practicada principalmente por países asiáticos con una alta demanda en Japón, la cual se ha extendido en más países como Filipinas, Malasia, Vietnam y Myanmar. Recientemente en Europa y Estados Unidos, existe una demanda para consumo de medusa. A consecuencia del incremento en la demanda, la pesquería de medusa se ha extendido a países como Australia, India, Turquía, Estados Unidos, Argentina y México (Hsieh *et al.* 2001, Omori y Nakano 2001, Kitamura y Omori 2010, López-Martínez y Álvarez-Tello 2013).

En México, la explotación de esta especie comenzó como una actividad alternativa, actualmente es una de las pesquerías más importantes en el estado de Sonora, con sólo una especie sujeta a extracción, la medusa *Stomolophus meleagris* conocida como medusa “bola de cañón” aguamala, aguaviva, foco, medusa champiñón o cabeza de col (Omori y Nakano 2001, López-Martínez y Álvarez-Tello 2008, DOF-SAGARPA 2012, López-Martínez y Álvarez-Tello 2013, López-Martínez *et al.* 2017).

Esta especie como especies sujetas a pesca, es afectada por cambios en variables ambientales como la temperatura, la salinidad, la luz y las corrientes del mar, así como la disponibilidad de alimento, lo que trae como consecuencia la alteración de diversos procesos biológicos (crecimiento del cuerpo, crecimiento larval, tasa de reproducción, sobrevivencia, liberación de éfiras, e incluso el metabolismo) que inciden en cambios en el tamaño en las poblaciones (Purcell 2005, Purcell *et al.* 2007, Brodeur *et al.* 2008, Brotz y Pauly 2012, Primo *et al.* 2012, Purcell 2012, Zhang *et al.* 2012, Rosa *et al.* 2013).

En este sentido, se conoce que el ENSO (El Niño - Southern Oscillation) (fenómeno climático de acoplamiento entre la atmósfera y el océano en el Océano Pacífico) (Cane 1983, García-Herrera *et al.* 2008, Marlyn 2009, NOAA 2012) influye fuertemente en la estructura y composición de diversas especies marinas (ctenóforos, quetognatos, poliquetos, copépodos, crustáceos y peces) incluyendo medusas, afectando el comportamiento, tamaño (individual y poblacional), distribución, reproducción, etc., debido a modificaciones de la calidad del hábitat, así como fluctuaciones en la productividad primaria del mar (Ñiquen y Bouchon 2004, Fernández-Álamo y Färber-Lorda 2006, López-Ibarra y Palomares-García 2006, López-Martínez 2008).

Ya que la medusa es una pesquería relativamente nueva, al no contar con un plan de manejo, está sujeta a explotación alta y puede presentar el riesgo de colapsar con consecuencias no favorables económica, social y ambientalmente (Hilborn 2007). Anteriormente se han realizado estudios para entender la dinámica poblacional de esta especie, sin embargo, poco se conoce

sobre la influencia de cambios ambientales en su dinámica y en particular con el fenómeno de El Niño. Según Lluch-Cota *et al.* (2010) en el Golfo de California, el ENSO es el fenómeno más importante que contribuye a la variabilidad ecológica de las especies. Dado que son pocos los trabajos sobre la relación de las medusas y el fenómeno del ENSO dentro de esta área, es importante evaluar cómo se comportan las poblaciones de esta especie bajo este fenómeno y cómo repercute a su pesquería con la finalidad de un manejo responsable del recurso.

II. ANTECEDENTES

Las medusas pertenecen al Phylum Cnidaria, que se conforma por cinco clases: Anthozoa, Staurozoa, Cubozoa, Hydrozoa y Scyphozoa (Daly *et al.* 2007, Marques y Collins 2004) El grupo se caracteriza principalmente por la presencia de cnidocitos, tentáculos y simetría radial, estructuras básicas de intercambio gaseoso, excretor, circulatorio y sistema nervioso (Brusca y Brusca 2003). A excepción de Anthozoa, todas las clases presentan la forma medusa, las cuales presentan cada vez más interés público, debido a que pueden interferir con diversas actividades humanas como el turismo y la pesca, además de su interés como alimento (Brotz y Pauly 2012, Purcell 2012).

Se ha observado un incremento en las abundancias de los celenterados a nivel mundial y existen diversas hipótesis sobre el porqué de estos eventos, en algunos de los cuales interviene el hombre, como la eutrofización, la sobrepesca, la acuicultura, la construcción de estructuras en el agua e incluso la introducción de especies invasoras (Arai 2001, Mills 2001, Purcell *et al.* 2007, Brodeur *et al.* 2008, Purcell 2012, Ruiz *et al.* 2012) y algunos otros eventos ajenos al ser humano, como el cambio climático.

En este sentido, existen distintas opiniones con respecto a la influencia de la temperatura sobre las poblaciones de medusas, por ejemplo, se sugiere que el aumento en la temperatura de los océanos puede a su vez aumentar la población de varias especies (Purcell *et al.* 2007), también se ha reportado un decremento en la talla sobre la madurez sexual de *Aurelia aurita* ya que esta variable interviene con la tasa metabólica (Lucas y Lawes 1998). Igualmente se ha relacionado decrementos sobre la sobrevivencia de *Matigias* sp., mortalidad de pólipos, la reducción de zooxantelas y la probable reducción de la estrobilación de sus pólipos en el lago Goby con incrementos en la temperatura (Dawson *et al.* 2001), algunas otras aumentan su distribución y reproducción gracias al aumento de temperatura (Brotz y Pauly 2012), como *Cyaena* que inicia su maduración sexual y su desarrollo larval bajo estas condiciones (Brewer 1989) o el incremento de la biomasa que se ha registrado en el mar Yellow (Zhang *et al.* 2012)

No obstante, existen especies de medusas que se ven favorecidas por bajas temperaturas (Purcell *et al.* 2007). Se ha registrado que “a temperaturas moderadamente frías, la biomasa de las medusas es alta en comparación con temperaturas cálidas” (Brodeur *et al.* 2008), por su parte *Pelagia noctiluca* experimenta un decremento en la velocidad del crecimiento, pero una mayor exposición a la mortalidad y al estrés metabólico cuando las temperaturas aumentan (Rosa *et al.* 2013).

Diversos trabajos relacionan los cambios en la temperatura del mar como una variable que determina procesos biológicos en las medusas que intervienen en el crecimiento del cuerpo, larval, tasa de reproducción, sobrevivencia, liberación de éfiras, e incluso el metabolismo, que acompañados de otras variables como la salinidad, la luz y las corrientes del mar, como la disponibilidad de alimento, terminan por beneficiar o perjudicar las abundancias poblacionales de estas especies (Purcell 2005, Purcell *et al.* 2007, Brodeur *et al.* 2008, Brotz y Pauly 2012, Primo *et al.* 2012, Purcell 2012, Zhang *et al.* 2012, Rosa *et al.* 2013).

Uno de los eventos de escala interanual que influyen fuertemente en las variaciones de la temperatura en el Pacífico Oriental, es el evento ENSO. El ENSO (El Niño- Southern Oscillation) es un fenómeno climático de acoplamiento entre la atmósfera y el océano, forma parte de la variabilidad climática a nivel de cuenca y ocurre en el Océano Pacífico (Cane 1983, García-Herrera *et al.* 2008, Marlyn L. 2009, NOAA 2012). Este fenómeno está dividido en tres fases: El Niño, La Niña y la fase Neutral (López-Martínez 2008, Cabrera-Bravo *et al.* 2010, NOAA 2012).

La fase de El Niño representa la fase cálida del ENSO y se caracteriza por incrementar la temperatura a lo largo del Pacífico Ecuatorial Oriental, aumentando la profundidad de la termoclina, la elevación del nivel del mar a lo largo del Sur de América, así como la oscilación de las masas de aire y la presión atmosférica, esto, a consecuencia del debilitamiento de los vientos alisios del este hacia el oeste del Pacífico (Cane 1983, Magaña-Rueda 2004, García-Herrera *et al.* 2008, Marlyn L. 2009, Cabrera-Bravo *et al.* 2010).

Este fenómeno influye fuertemente en la estructura y composición de diversas especies marinas, entre las que se encuentran las medusas, afectando procesos biológicos como el comportamiento, tamaño (individual y poblacional), distribución, así como fluctuaciones en la productividad primaria del mar (Ñiquen y Bouchon 2004, Fernández-Álamo y Färber-Lorda 2006, López-Ibarra y Palomares-García 2006, López-Martínez 2008).

Pocos trabajos han relacionado el ENSO con las poblaciones de estos organismos, por ejemplo bajo este fenómeno la hidromedusa *Mitrocoma cellularia* amplía su distribución y su tamaño poblacional mientras que *Colobonema sericeum* disminuye su abundancia (Raskoff 2001),

en tanto *Mastigias* sp disminuye su población, debido a que el aumento de la temperatura perjudica la estrobilación y la asociación que esta scyphomedusa con sus zooxantelas (Purcell 2005), por otro lado se ha considerado que en el lago Goby, en Palaos, la sobrevivencia de medusas decreció probablemente a un evento de El Niño que al igual que en el caso anterior pudo producir la reducción de zooxantelas y la muerte de los pólipos (Dawson *et al.* 2001), por su parte la especie *Chrysaora plocamia* bajo condiciones experimentales de eventos El Niño y La Niña mostro afectaciones tanto en las larvas plánulas como en pólipos, con esto, los autores soportan que el aumento que la temperatura no favorece la abundancia de la especie aunque parezca que interanualmente la temperatura si está relacionada.

En *Stomolophus meleagris* son diversos los trabajos en los que se ha relacionado la temperatura con aspectos biológicos de la especie, muchos de ellos enfocados a la fase bentónica, por lo que es esencial resaltar la importancia de la fase planctónica encargada de la reproducción sexual y fase en la que se basa la pesca en México.

II.1. Biología de la especie

La medusa *S. meleagris* pertenece a la Clase Scyphozoa, a las medusas verdaderas, al orden Rhizostomae (el único orden de medusas comestible) y a la familia Stomolophidae (Mianzan y Cornelius 1999, Omori y Nakano 2001, Brusca y Brusca 2003, Kitamura y Omori 2010). Se caracteriza por una campana gruesa y rígida, de coloración azul, morada, blanca, café o amarilla, con puntos en la zona marginal del velo. Su forma es hemisférica, sin tentáculos pero sí con 8 brazos orales cortos y fusionados, con extremos libres bifurcados al exterior y una boca central permanente que esta provista de hendiduras laterales en cada escapula (boca secundaria desarrollada en la base de cada lóbulo del manubrio) (Gómez-Aguirre 1991, Mianzan y Cornelius 1999, López-Martínez 2004, Nevárez-López y Hernández-Saavedra 2009).

II.2. Área de distribución

Es considerada una especie anfiamericana distribuyéndose por el Atlántico desde Nueva Inglaterra pasando por el Golfo de México hasta Mar de Plata y por el Pacífico desde Alaska en E.U.A. hasta Ecuador, encontrándose desde áreas tropicales hasta subtropicales e incluso templadas (Mayer 1910, Calder 1982, Mianzan y Cornelius 1999, Migotto et al. 2002). En México esta especie tiene registros en el Golfo de México en los estados de Tamaulipas, Veracruz (Laguna de Alvarado, Laguna de Mandinga), Tabasco (Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Arrastradero-Redonda) y Campeche. En el Pacífico en Guerrero, Oaxaca (Lagunas Superior e Inferior) y Chiapas, dentro del Golfo de California en Baja California Sur, en La Paz (Península del Mogote), a lo largo de Sonora en San Luis Rio Colorado (Golfo de Santa Clara), Desemboque, Hermosillo (Bahía de Kino, Sahuimaro, El Choyudo y Tastiota), en Guaymas (Laguna Las Guásimas),

Huatabampo (Yavaros), Navojoa (Agiabampo) y Benito Juárez (Huivulai); en Sinaloa: Escuinapa (Teacapan) y en la Laguna de Huizache, por último en Nayarit en San Blas y Agua Brava (Gómez-Aguirre 1980, 1991, Ocaña-Luna y Gómez-Aguirre 1999, López-Martínez *et al.* 2005, 2006; Álvarez-Tello 2007, Hernández-Tlapale 2010, Pérez-Alvarado 2012, Álvarez-Tello *et al.* 2015, Félix-Torres *et al.* 2016, Olguín-Jacobson 2016, Pérez-Burgos 2017).

II.3. Alimentación

Su alimentación se basa en zooplancton, su dieta se encuentra conformada principalmente por huevos y peces juveniles de algunos peces de importancia pesquera como *Opisthonema libertate*, algunos moluscos (bivalvos y gasterópodos), crustáceos (braquiuros, ostrácodos, cladóceros, anfípodos, copépodos, peneidos), quetognatos, foraminíferos (del Phylum Sarcodina) (Puente-Tapia 2009, Padilla-Serrato 2011, López-Martínez y Álvarez-Tello 2013, Padilla-Serrato *et al.* 2013, Álvarez-Tello *et al.* 2015) y algas diatomeas (*Skelotonema constatum*) (Puente-Tapia 2009). Las medusas pueden presentar competencia con peces que se alimentan del zooplancton (Padilla-Serrato 2011, Padilla-Serrato *et al.* 2013), “influyendo dentro de la dinámica de las pesquerías” (Félix-Torres *et al.* 2016) y las actividades humanas (Purcell 2012, Richardson *et al.* 2009, Uye 2008).

II.4. Papel ecológico de la especie

Dentro de la laguna de Las Guásimas la especie desempeña un papel de depredador como de presa y debido a su alimentación fue clasificada como planctívoro politrófico, ya que se alimenta de los taxones disponibles en la columna de agua, a pesar de esto, su dieta es poco diversa por lo que en esta localidad *S. meleagris* también está clasificada como un depredador especialista (Padilla-Serrato 2011, Álvarez-Tello *et al.* 2015).

Por otro lado se conoce que esta especie puede ser consumida por peces, cangrejos, aves, tortugas y el hombre (Padilla-Serrato 2011, Padilla-Serrato *et al.* 2013). Aunque se ha reportado que esta especie ha sido consumida por la especie *Dermochelys coriacea* esta relación es poco probable en Las Guásimas (Rivera-Martínez 2017). Por otro lado, cuando la medusa cumple su ciclo de vida y muere, esta desciende al bentos y es consumida por organismos carroñeros (Padilla-Serrato, 2011).

Se sabe que la medusa bola de cañón guarda asociaciones complejas con diversas especies entre los que destacan peces (*Prepilus triacanthus*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Monocanthus hispidus*, *Aluterus schoepfi*, *Caranx bartjolomaei* y *Caranx hippos*) y crustáceos (*Libinia dubia*) (Rountree 1983, Segura-Puertas 1984) aunque estas son asociaciones reportadas únicamente para el Golfo de México. Para Guásimas se conocen las asociaciones con el pez

Hemicaranx zelotes quien lo utiliza como protección (López-Martínez y Rodríguez Romero 2008), con el crustáceo *Conchoderma virgatum* (Álvarez Tello *et al.* 2013) y probablemente con *Callinectes arcuatus* como refugio en sus etapas tempranas (Padilla-Serrato 2011).

II.5. Ciclo de vida

S. meleagris presenta una fase pólipo y una fase medusa (ciclo de vida metagénico) (Fig. 1), con sexos separados en su fase medusa, su reproducción es externa, (Calder 1982), liberando los gametos a la columna de agua. Cuando la fertilización se efectúa, se forma una larva plánula de vida libre, nadadora, que después de situarse en un sustrato adecuado se transformara en un pólipo o scyphistoma (Calder 1982, Eckelbarguer y Larson 1992) .

El pólipo se reproduce asexualmente por medio de la formación de nuevos podocistos y brotes (Calder 1982), bajo condiciones favorables el pólipo sufrirá estrobilación polidisco o monodisco (Olguín-Jacobson, 2016), se le denominara estróbilo y en ese momento el pólipo estará formando éfiras.

Las éfiras son la fase juvenil de la medusa, estas son discoidales, con ocho lóbulos marginales y ocho ropalios, con boca grande y cuadrangular y 4 lóbulos labiales (Calder 1982, Gómez-Aguirre 1991), son traslucidas y oscilan de los 1.5 a 2 mm. Trascurre alrededor de tres o cuatro meses para que la éfira se desarrolla en una medusa (López-Martínez *et al.* 2005).

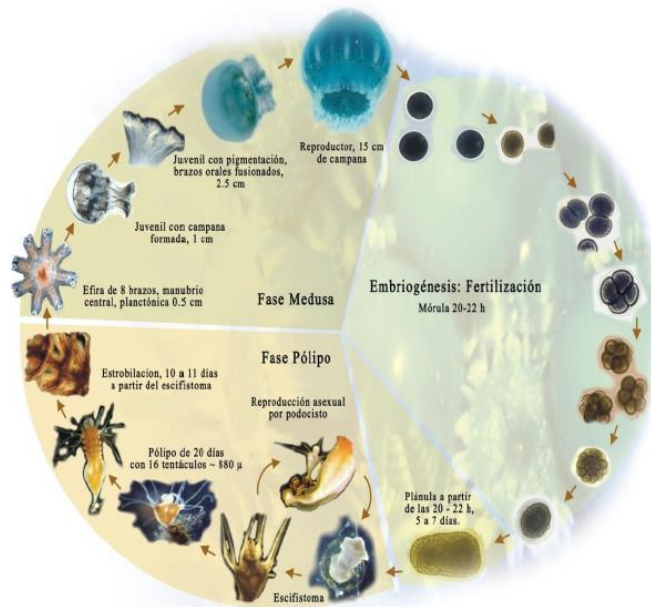


Figura 1. Tomado de Ocampo *et al.* 2008, en Castelo Bautista (2012)

La fase medusa de *S. meleagris* es corta, de tres a seis meses (López-Martínez *et al.* 2005, 2017). En el caso de la laguna de Las Guásimas, se ha registrado presencia de esta especie en los meses de octubre-noviembre a julio. En el caso de los pólipos la reproducción es estacional ocurriendo para esta localidad en los meses de octubre-diciembre (López-Martínez *et al.* 2005, 2017).

II.6. Desarrollo gonadal

Las gónadas de esta especie se ubican por debajo de la campana “en el piso de las bolsas interradales” (Eckelbarguer y Larson 1992). Se conoce que estas se originan en el endodermo y que derivan de las células gastrodermicas (Eckelbarguer y Larson 1992, Rodríguez-Jaramillo *et al.* 2004).

Actualmente se registran 4 estadios de madurez sexual en *S. meleagris*, tanto para machos como hembras, además de la presencia de individuos hermafroditas (Rodríguez-Jaramillo *et al.*, 2008).

Hembras

Previtelogénesis. Ovocitos previtelogénicos o inmaduros. Células basófilas con nucleoplasma grande y ovoplasma escaso, con trofocitos abundantes.

Vitelogénesis. Ovogonias y ovocitos previtelogénicos junto con ovocitos vitelogénicos. Ovocitos grandes con gran acumulación de ovoplasma, rodeados por trofocitos.

Posvitelogénesis. Ovocitos vitelogénicos y posvitelogénicos. Ovocitos desprendidos de la gastrodermis. Ovocitos posvitelogénicos con vesícula germinal rota.

Reabsorción. Gametos inmaduros y maduros libres en la gastrodermis, rodeados por abundantes trofocitos, a los ovocitos no se les observa el núcleo, membranas celulares rotas.

Machos

Proliferación. Folículos espermáticos formados por espermatogonias.

Desarrollo. Los folículos espermáticos están formados por espermatogonias y espermatocitos. El lumen se llena de espermátidas y espermatozoos.

Madurez. Folículos espermáticos llenos de espermatozoides con flagelos, espermátidas y espermatocitos presentes.

Reabsorción. Abundantes trofocitos en la gastrodermis.

II.7. *Stomolophus meleagris* y su relación con el ambiente

En México se han realizado diversos estudios con respecto a la variación ambiental y la biología de *S. meleagris*, entre los destacan la descripción, abundancia, distribución, la reproducción sexual y asexual, hasta el comportamiento de esta especie (Gómez-Aguirre 1980, 1991, Ocaña-Luna y Gómez-Aguirre 1999, López-Martínez *et al.* 2005, 2006, 2017, Álvarez-Tello 2007, Puente-Tapia 2009, Hernández-Tlapale 2010, Pérez-Alvarado 2012, Gómez-Salinas 2014, Félix-Torres *et al.* 2016, Olgún-Jacobson 2016, Pérez-Burgos 2017), de tal manera que con base a estos la fase medusa de la bola de cañón está clasificada como una especie euriterma (Puente-Tapia 2009) con

variaciones estacionales en cuanto a distribución y abundancia determinadas por “diversas variables ambientales” entre la que es más auxiliada la temperatura, como muestra está la disminución de la población del sistema lagunar Carmen-Machona–Redonda en Tabasco, asociada con la disminución de la temperatura (Gómez-Aguirre 1980, 1991), o en Sonora en la laguna de Las Guásimas donde existe una correspondencia entre la liberación de éfiras y el incremento en la temperatura superficial del mar (López-Martínez *et al.* 2005, 2006), o con el aumento en la abundancia en la laguna Superior e Inferior del estado de Oaxaca, relacionada con la oscilación térmica (Ocaña-Luna y Gómez-Aguirre 1999). Por otro lado, aunque se ha relacionado, no se ha probado que exista una asociación entre el desarrollo sexual de la especie y la temperatura (Gómez-Salinas 2014), no obstante también se ha reportado que la medusa sí busca condiciones de temperatura óptima aunque no se tiene un porqué (Ocaña-Luna y Gómez-Aguirre 1999). En este sentido se ha reportado también que temperatura por arriba de 25°C no suele favorecer la sobrevivencia de la especie (esto en la laguna de Las Guásimas, Sonora), determinando el tiempo de permanencia de la especie (Carvalho-Saucedo 2009).

En cuanto a la fase bentónica y bajo condiciones de laboratorio, se conoce que esta especie tolera desde los 19°C hasta los 27°C por lo tanto, al igual que la fase planctónica es euriterma, (Castelo-Bautista 2012), sin embargo existen reportes que muestran el efecto de la temperatura en el pólipo: a temperaturas bajas (19°C) el pólipo se contrae, disminuyendo el número de tentáculos y el número de éfiras que produce (Hernández-Tlapale 2010), bajo estas condiciones se sugiere también la disminución en el reclutamiento de individuos juveniles (Rountree 1983). Por otra parte se ha probado que la producción de éfiras, podocistos y pólipos se encuentra influenciada por la oscilación térmica del agua, ya que cuando esta es alta, se altera la estrobilación y la producción de éfiras, por otro lado cuando la oscilación es constante se registraron mayor incidencia de éfiras con deformaciones (Olguín-Jacobson 2016).

También se han realizado estudios enfocados a la pesca y dinámica de esta especie relacionados con los primeros permisos de pesca de fomento otorgados en Tabasco (2000) y en Sonora (2001), estos fueron enfocados en la dinámica poblacional de la medusa: crecimiento, mortalidad, reclutamiento, talla de primera madurez, periodo reproductivo, análisis socioeconómico de los pescadores y esquema de manejo (López-Martínez *et al.* 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2017), todos realizados con fines de pesca (López-Martínez 2004, López-Martínez *et al.* 2005, 2006), incluyendo la selectividad de artes, proceso, producción, rendimientos y aspectos socioeconómicos (López-Martínez *et al.* 2006, Álvarez-Tello 2007) hasta reproductivos, como la clasificación de maduración y estadios gonadales de la especie (López-Martínez *et al.*, 2005, 2006, Rodríguez-Jaramillo *et al.* 2008).

En 2010 salió publicada en México la ficha técnica de la medusa en la Carta Nacional Pesquera, (DOF 2010) donde la captura comercial fue permitida en primer lugar en la región desde Bahía de Kino a Agiabampo en Sonora, posteriormente en 2012 el INAPESCA actualiza la ficha declarándola comercial para todo el litoral de Sonora.

III. ÁREA DE ESTUDIO

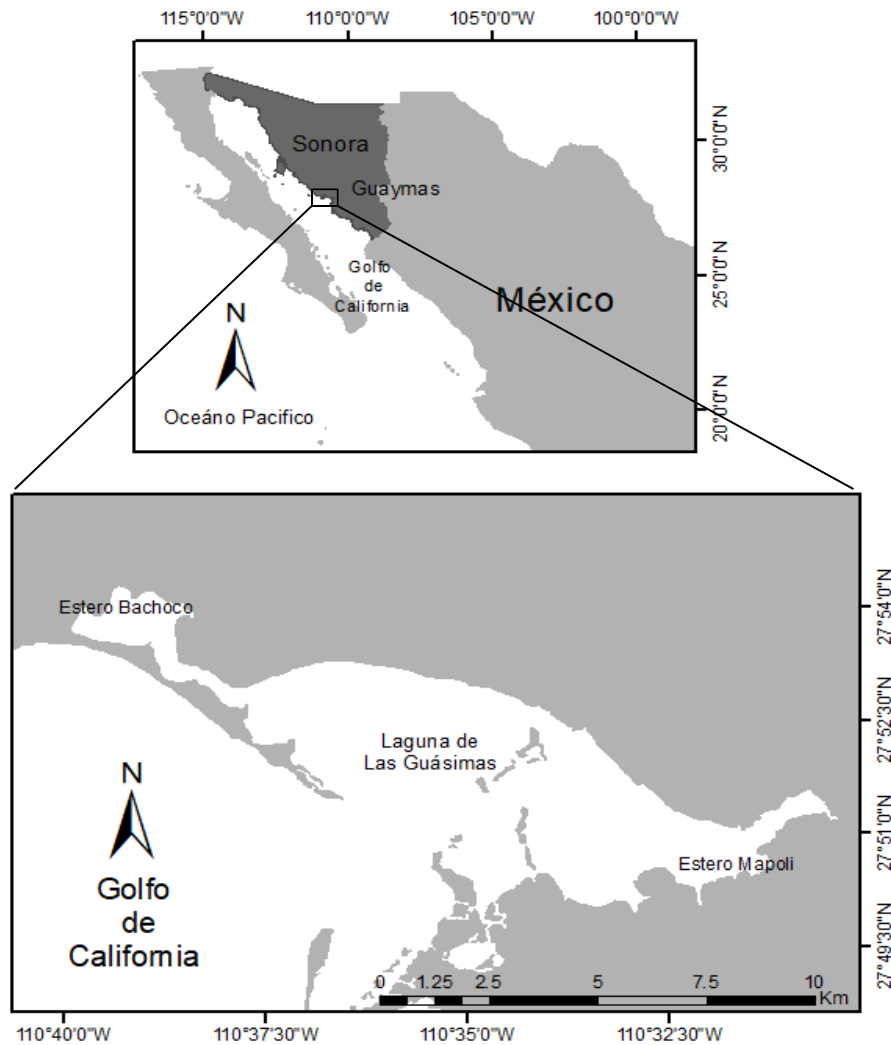


Figura 2. Sitio de muestreo. Laguna Las Guásimas, Sonora.

La laguna costera de Las Guásimas se encuentra en el estado de Sonora, adyacente al Golfo de California (Fig. 2) ubicada entre las coordenadas 27° 49'-55' Norte y 110° 29'-45' Oeste, considerada laguna de tipo restringida según la clasificación de Kjerfve y Magill (1989). Cuenta con dos esteros a los extremos, el Estero Mapoli y el Estero Bachoco y se encuentra limitada por dos barreras arenosas al norte y sur, su área es de 51 km aproximadamente, con una boca de 2

km de largo que la mantiene abierta al Golfo de California permanentemente, dos canales de marea a ambos lados de esta, uno paralelo a la barrera arenosa hasta el estero Bachoco y otro que se divide en dos, paralelo al Estero Mapoli (Villalba *et al.* 1989, López-Martínez 2004, Chávez-López y Álvarez-Arellano 2006, López-Martínez 2008).

La laguna de Las Guásimas presenta influencia del clima desértico, la temperatura tiene variaciones estacionales, así sus temperaturas oscilan entre 17-20° C en invierno y 30-34°C en verano (Hernández y Arreola-Lizarraga 2007, Carvalho-Saucedo 2009, Padilla-Serrato 2016). La evaporación y precipitación anual es de 2990 mm y 290 mm respectivamente, el aporte de agua dulce es la escorrentía estacional, la cual se localiza al sur de la laguna y al sur del Estero Mapoli (López- Martínez *et al.* 2004). La salinidad presenta variaciones desde los 36 ups hasta 41 ups (Arreola-Lizárraga 2003, Rivera-Acuña 2012, Álvarez-Tello 2016). Su profundidad es variable, de 0.5 a 10 m en la porción norte y de 0.5 a 1 m en el sur (Arreola-Lizarraga *et al.* 2003)

La laguna es parte del Complejo Lagunar Bahía Guásimas -Estero Lobos, está registrada como un sitio Ramsar (RSIS 2008) y sostiene a una de las poblaciones más importantes de la comunidad y etnia Yaqui (López-Martínez *et al.* 2006, López-Martínez 2008, Padilla-Serrato 2011).

Se ha registrado para este sitio elevaciones máximas de la marea de 0.444 m y mínimas de -0.337 m, con amplitudes de 0.78 m, e influencia en corrientes superficiales por medio del viento local, además de la presencia de celdas de circulación en la boca de la Laguna (López-Martínez 2008).

IV. HIPÓTESIS

Las medusas son especies que presentan procesos biológicos sujetos a cambios por la temperatura ambiental que pueden beneficiar o perjudicar la dinámica de sus poblaciones. Se conoce poca conocida la relación que existe entre la temperatura y *S. meleagris*, se ha encontrado relación con procesos como la estrobilación, liberación de éfiras y variación en las abundancias. Por ello las que variaciones ambientales de larga escala espacial como el Evento ENSO, podría afectar la estructura de la población y sus parámetros poblacionales en Las Guásimas, Sonora.

V. OBJETIVOS

V.1. Objetivo general

Evaluar la dinámica poblacional, distribución y abundancia de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* bajo condiciones del evento ENSO en la laguna de las Guásimas, Sonora, México.

V.2. Objetivos específicos

- Analizar la estructura de tallas y el coeficiente instantáneo de crecimiento individual, así como el patrón de reclutamiento de *Stomolophus meleagris* en la laguna de las Guásimas, Sonora, antes, durante y después del fenómeno de El Niño 2016.
- Estimar la tasa de mortalidad natural, por pesca y total de la población de *S. meleagris* presente en laguna de Las Guásimas antes, durante y después del fenómeno de El Niño.
- Evaluar la biología reproductiva de la especie bajo las condiciones ambientales del año 2016.
- Evaluar la abundancia, biomasa total y la biomasa explotable de la medusa *S. meleagris* encontrada a lo largo del estado de Sonora antes, durante y después del fenómeno de El Niño.

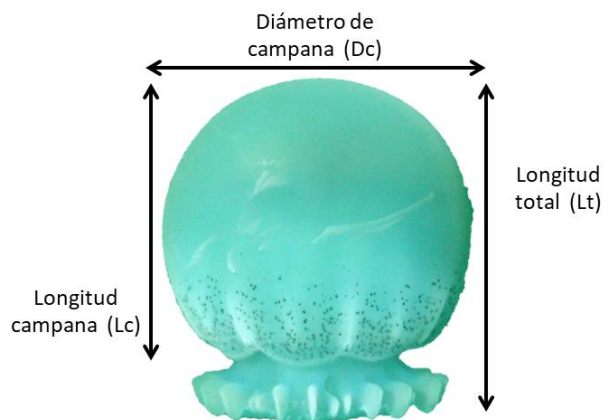
VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo forma parte del Proyecto SEMARNAT-2014-1-249458 “Cambio climático y la población de medusa *Stomolophus meleagris*, impacto en la estructura y funcionamiento en el ecosistema marino y en las pesquerías del Golfo de California”.

VI.1. Trabajo de campo

Los datos utilizados se obtuvieron de muestreos quincenales y mensuales efectuados durante el periodo del 16 de enero del 2014 hasta 13 de junio del 2016, abarcando posiciones dentro y fuera de la laguna (Fig. 2). El muestreo se realizó por medio de redes de tipo cuchara, una con una luz de malla de 5 pulgadas (12.7 cm) y otra red de cuchara estándar modificada con una luz de malla de 1 cm. Los organismos así colectados fueron medidos a bordo de las embarcaciones o bien en el muelle de descarga. Los muestreos biológicos consistieron en la obtención de las siguientes medidas: *longitud total (Lt)*, *longitud de la campana (Lc)* y *ancho de campana (Ac)* (Fig. 3), todas en milímetros, además cuando fue posible fue medido el peso en gramos.

Figura 3. Medidas de la fase medusa: Longitud total (Lt), longitud de la campana (Lc) y ancho de campana (Ac) de la medusa Stomolophus meleagris.



Exclusivamente con el fin de realizar la estimación del crecimiento se utilizó la longitud total. La longitud de la campana y ancho de campana se usaron para realizar relaciones biométricas, así como también la relación talla-peso.

Con el fin de ampliar el rango de tallas y así obtener un estimado más confiable de crecimiento, se realizaron muestreos oblicuos en las mismas estaciones con redes estándar de zooplancton con un diámetro de boca de 60 cm y una luz de malla de 250 micras, de las cuales se extrajeron y midieron las éfiras y juveniles de la especie, las muestras fueron fijadas en formol al 4%, neutralizado con borato de sodio y preservadas en frascos de un litro.

Con la finalidad de estimar el sexo y la madurez gonadal, se capturaron 30 organismos adultos por muestreo, los cuales fueron fijados en formol al 40% y posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR, de la Unidad Sonora Campus Guaymas.

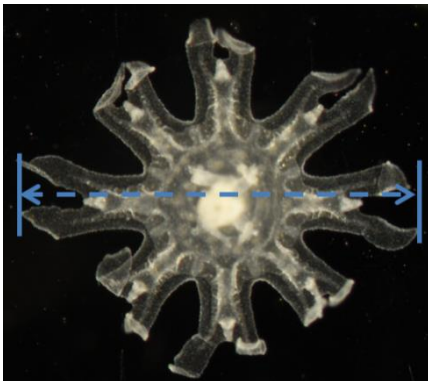
Con el propósito de evaluar la relación potencial de los parámetros poblacionales de la medusa *S. meleagris* con el medio ambiente, específicamente el potencial efecto del evento ENSO, fueron medidas la temperatura superficial del mar (TSM), la salinidad, el pH y el oxígeno disuelto (en mg/l y en porcentaje) en cada uno de los muestreos con un equipo multiparámetro YSI.

VI.2. Trabajo de laboratorio

Con el propósito de obtener las éfiras y los individuos juveniles de la especie se analizó cada muestra de zooplancton que se obtuvo por muestreo. Cada muestra de un litro se filtró en una malla de 200 micras, para eliminar el sobrenadante, posteriormente se procedió a limpiar la muestra con agua limpia, de manera que cuando esta fue observada, contó con menor cantidad de impurezas, inmediatamente la muestra se colocó en frascos más pequeños con agua limpia, con ayuda de una cuchara de aproximadamente 5 ml, la muestra fue separada y revisada por partes en un recipiente plano y de fondo negro que permitiera resaltar y separar a las éfiras, que son traslúcidas, a las que se observó mediante la utilización de un estereoscopio con cámara incluida de la marca Leica, modelo EZ4HD.

El reconocimiento de las éfiras se basó en la descripción de Calder (1982) y Gómez-Aguirre (1991) que se detalla a continuación:

“Recién liberadas, las éfiras presentan tallas de 1.5 a 2.0 mm (Calder 1982) (Gómez-Aguirre 1991, reporta tallas de 1 mm) tomando en cuenta la amplitud de lóbulo a lóbulo. Presentan ocho lóbulos marginales bifurcados, ocho ropalios y hendiduras ropaliales profundas en forma de U, tan largas como el largo de las hendiduras oculares que separan los lóbulos marginales y cuentan con un manubrio pequeño y cruciforme en la sección transversal, cuatro labios frecuentemente presentes cerca de la boca”.



Una vez separadas éfiras, como individuos juveniles, se procedió a tomar sus medidas, de punta a punta entre lóbulos o “lappets”, tomando en consideración lo observado por Calder (1982) (Fig. 4). Para los juveniles, se tomó la *longitud total* (*Lt*) que es la misma medida que se toma para los individuos en forma adulta.

Figura 4. La medida que se obtuvo para las éfiras va de punta a punta d (lóbulo a lóbulo).

Por otro lado y con la finalidad de determinar el sexo, la madurez gonadal y la talla de primera madurez, se procedió a tomar las medidas antes mencionadas (Lt, Lc, Ac) y el peso para proceder a la extracción de la masa gonadal de los individuos capturados. Para ello, se cortó la mesoglea, por medio de una incisión en forma de cruz en la parte superior de la campana, que posteriormente se retiró para llegar a la cavidad gastrovascular, lugar donde se encuentran las gónadas, que se separaron de las bolsas gástricas y se colocaron en contenedores histológicos hidratadas en alcohol al 70% para su posterior análisis en el laboratorio de Histología e Histoquímica del CIBNOR en La Paz, Unidad Baja California Sur. La técnica que se utilizó para su análisis fue la de Hematoxilina-Eosina

Ésta consistió en deshidratar las muestras incluidas en los contenedores histológicos por medio de alcohol de menor a mayor concentración (de 70, 80, 90, 96 a 100%). Después someterlas a Xileno, posteriormente a Paraplast X-Tra en un punto de fusión de 54-56°C. Consecutivamente se realizaron los cortes histológicos en un plano trasversal con un grosor de 5 a 7 µm con un microtomo de rotación Leica RM 2155 y se observaron al microscopio para determinar sexo y estadio gonadal según Rodríguez- Jaramillo *et al.* (2008) (Tabla 1 y 2).

Todo el trabajo anterior, fue realizado en el laboratorio de Histología de La Paz, a cargo de Rodríguez-Jaramillo.

Tabla 1. Clasificación de estadios gonadales en hembras y machos de la medusa S. meleagris ubicada en la laguna de Las Guásimas, Sonora (Rodríguez-Jaramillo et al. 2008).

Hembras	Machos
Estadio I (Previtelogénesis). Ovocitos previtelogénicos, en el núcleo se distingue el nucléolo. Trofocitos abundantes.	Estadio I (Proliferación). Se observan folículos espermáticos. Espermatozoides en el lumen de los túbulos
Estadio II (Vitelogénensis). Ovocitos previtelogénicos y ovocitos vitelogénicos. Los ovocitos se encuentran rodeados de trofocitos.	Estadio II (Desarrollo). Los folículos espermáticos están formados por espermatogonias y espermatocitos.
Estadio III (Posvitelogénesis o madurez). Ovocitos vitelogénicos y posvitelogénicos. Los ovocitos se desprenden de la gastrodermis.	Estadio III (Madurez). Los folículos espermáticos se llenan de espermatozoides con flagelos.
Estadios IV (Reabsorción). Se observan gametos inmaduros, a varios ovocitos no se les observa el núcleo y membranas celulares rotas.	Estadio IV (Reabsorción). Abundantes trofocitos en el lumen de la gastrodermis.

Tabla 2. Clasificación de estadios gonadales en hembras y machos de la medusa *S. meleagris* ubicada en la laguna de Las Guásimas, Sonora (Rodríguez-Jaramillo et al. (2008)

	Hembras	Machos
Inmaduros	<p>Trofocitos Ovocitos previtelogénicos Núcleo Ovocitos vitelogénicos</p>	
	<p>Nucleolo Ovocitos previtelogénicos Núcleo Nucleolo</p>	
Maduros	<p>Núcleo Trofofocitos Ovocitos vitelogénicos Filamento gástrico</p>	
	<p>Ovocitos posvitelogénicos Ovocitos vitelogénicos</p>	

VI.3. Trabajo de gabinete

VI.3.1. Estructura de tallas.

Para la construcción de la estructura de tallas se consideraron a éfiras, juveniles y adultos de *S. meleagris*, de los que se obtuvo frecuencias de tallas en intervalos de 5 mm, con base en quincenas a lo largo de cada año.

Para determinar el número de cohortes presentes en las muestras, las estructuras de tallas se analizaron por medio del método de Bhattacharya (1967), el cual parte del supuesto de normalidad en la distribución de una cohorte. Con el fin de linealizar, se utiliza logaritmos naturales en la frecuencia de cada clase. Este resultado se tomó como valor semilla, para realizar una separación más fina mediante máxima verosimilitud, utilizando para ello el método NORMSEP del programa FISAT II y así determinar cuántas cohortes se encuentran en cada población.

VI.3.2. Estimación del crecimiento

Para estimar el crecimiento, se ajustó la estructura de tallas al modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Pauly, 1987), que tiene la siguiente forma:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Dónde:

L_t = Longitud del individuo al tiempo t

L_∞ = Longitud asintótica o máxima del individuo

K = Coeficiente instantáneo de crecimiento, es el parámetro de curva que expresa que tan rápido la longitud alcanza su valor máximo.

t_0 = Es el valor teórico del tiempo en el cual la longitud es cero.

Este modelo tiene como suposiciones fundamentales:

1. El organismo crece isométricamente.
2. La tasa de crecimiento de un individuo no está influida por tamaño de la población.

Para obtener el valor semilla de la longitud asintótica se utilizó el método de Powell (1979) y Wheterall (1987). Los parámetros L_∞ y K se obtuvieron por medio de los métodos de ELEFAN I (Electronic Length Frequency ANalysis) (Pauly y David 1982) y Sheperd (1987).

VI.3.2.1. Método de Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987)

El método se sustenta en la ecuación de Beverton y Holt (1956) para estimar la mortalidad basada en tallas, de la cual se deriva la siguiente ecuación:

$$\bar{L} - L' = a \cdot L$$

Donde

$$a = -b \cdot L_{\infty}$$

$$b = -K/(Z+K)$$

Así se deriva el cálculo de L_{∞} :

$$L_{\infty} = a / (1 - b)$$

VI.3.2.2. Método de ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis)

En el método ELEFAN I se realiza la reestructuración de la frecuencia de tallas, por medio de promedios móviles, de los cuales se obtiene una curva que destaca en la frecuencia de tallas máximos y mínimos entre ellos, posteriormente se obtiene la desviación de la frecuencia de tallas original por medio de la división de su promedio móvil y la resta de una unidad. ELEFAN I calcula para para cada L_{∞} y K una curva de crecimiento desde la base de uno de los picos con proyecciones en el tiempo, con el fin de tocar la mayoría de los puntos máximos y mínimos de las muestras. Posteriormente la curva se ajustará mediante la división de los puntos que tocan picos máximos y mínimos llamada suma de máximos explicada (SME) entre la cantidad total de estos o suma de máximos disponible (SMD) de la siguiente manera:

$$Rn = \frac{10 (SPE/SPD)}{10}$$

Por su parte Shepherd estima L y K de forma similar, por medio de la detección de crestas y valles, buscando obtener la mejor estimación a través de la bondad de ajuste.

El tercer parámetro de la ecuación de crecimiento la " t_0 " se determinó con la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980):

$$t_0 = 1 \cdot 10^{[-0.3922 - (0.2752 \cdot \log L_{\infty}) - (1.038K \cdot \log K)]}$$

Posteriormente los valores de los parámetros en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy L_{∞} , K y t_0 fueron utilizadas para la obtención de la edades relativas y el ajuste gráfico del modelo.

Una vez calculados los parámetros de L_{∞} y K , y con la finalidad de comparar el crecimiento de la medusa entre años, se obtuvo el valor de la phi prima de Munro (Munro y Pauly 1983, Pauly y Munro 1984), que tiene la siguiente forma:

$$\phi' = \log K + 2 \text{Log } L_{\infty}$$

Pauly y Munro (1984) plantearon que las especies de una misma familia tienen valores semejantes de ϕ' , por lo cual, es un indicador robusto de variaciones en el crecimiento con fines comparativos. Los valores de ϕ' obtenidos fueron promediados y se obtuvo las anomalías estandarizadas para observar las diferencias en el crecimiento

VI.3.3. Patrón de Reclutamiento

Con los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} , K y t_0) y con la finalidad de tener un estimado indirecto del período reproductivo basado en la estructura de tallas presentes en las capturas, se estimó el patrón de reclutamiento de la especie. Las estimaciones se efectuaron mediante el método Electronic Length Frequency Analysis ELEFAN II (Pauly 1987), el cual proyecta la frecuencia de tallas hacia atrás en el eje del tiempo, generando patrones de reclutamiento que pueden ser utilizados para obtener información relacionada a la longitud de la temporada de desove, así como a la magnitud relativa de esta (Pauly 1987).

VI.3.4. Determinación de la talla de primera madurez sexual o talla de maduración masiva

Para la determinación de la talla de primera madurez sexual o talla de maduración masiva, es decir la talla en la cual el 50% de los individuos se encuentran sexualmente maduros, se utilizó el modelo logístico de King (1995), para lo cual sólo se consideró la cantidad de hembras maduras en estadios III y IV con respecto al total de hembras por talla.

$$P = \frac{1}{1 + \exp(-r \times (L - L_{50}))}$$

Donde

P = Proporción de individuos maduros dentro de la clase

r = Pendiente de la curva que describe la tasa de cambio en P .

L_{50} = longitud a la cual el 50% de los individuos se encuentran sexualmente maduros

VI.3.5. Mortalidad

La ecuación de Jensen (1997) se utilizó para evaluar la mortalidad natural M:

$$M = 1.5 \cdot k$$

Para la obtención de la mortalidad total Z, con la distribución de tallas en las capturas se utilizó el método de curva de captura convertida a longitudes (Pauly 1984). Para obtener la mortalidad por pesca F, con los valores de Z y M se despejó la ecuación:

$$Z = M + F$$

A la siguiente manera

$$F = Z - M$$

La tasa de explotación E fue obtenida de la ecuación

$$E = F/Z$$

VI.3.6. Análisis de las cohortes basado en tallas

Con el fin de obtener el número total de organismos en la población y conocer su abundancia, así como los coeficientes de mortalidad por pesca, total, magnitud de reclutamiento y tasa de explotación se realizó un *Análisis de Cohortes basado en tallas de Jones* (1984).

Se calculó el peso promedio para cada marca de clase en la estructura de tallas de las muestras, para lo que se realizó la estimación talla-peso anual, el peso se multiplicó por su frecuencia, posteriormente la suma de los productos es el peso de la muestra para el año. Con las capturas totales, obtenidas en las oficinas de pesca, junto con el peso total de las muestras, se obtuvo el factor de ampliación mediante la siguiente ecuación:

$$FA = \sum Pc / \sum Pm$$

Donde,

FA= Factor de ampliación,

Pc = Peso de la captura total mensual y

Pm= Peso de la muestra

El factor de ampliación se multiplicó por la frecuencia de cada intervalo de tallas y se obtuvo el número total de organismos por intervalo de talla presentes en la captura mediante la siguiente ecuación:

$$C_{mi} = FA * f_{mi}$$

Donde

C_{mi} = número de organismos del intervalo de tallas,

FA =factor de ampliación,

f_{mi} = frecuencia del intervalo de talla i en las muestras,

i = intervalo de tallas.

La estimación de mortalidad por pesca específica para cada talla (F_i), mortalidad por pesca promedio (F) y abundancias por tallas (N_i) para la especie, se obtuvieron mediante un análisis de cohortes basado en tallas de Jones (1984), incorporando la mortalidad natural (M) para cada año, donde la M es constante para todas las edades, de esta manera el método supone un sistema de parámetros constantes que se basa en estructuras de tallas agrupadas en forma anual, da seguimiento a una cohorte en un año hacia atrás y además supone que la estructura de tallas encontradas pertenece a una misma cohorte (Pope 1972) convertida a tallas (Jones1984). El análisis de cohortes se describe con la siguiente ecuación:

$$N_{L1} = (N_{L2} * H_{L1, L2} + C_{L1, L2}) * H_{L1, L2}$$

Dónde:

N_{L1} = número de organismos que alcanzan la longitud L_1 ,

N_{L2} = el número de organismos que alcanzan la longitud L_2 y

$X_{L1,L2}$ =son el número de organismos que son capturados entre las longitudes L_1 y L_2 .

Así:

$$H_{L1,L2} = (L_{\infty} - L_1 / L_{\infty} - L_2)^{M/2K}$$

Utilizando la ecuación

$$C_{mi} = N_{i+\Delta t} * (F_i/Z_i) * (EXP (Z_i \cdot \Delta t_i) - 1)$$

El último término de la ecuación anterior ($EXP (Z_i \cdot \Delta t_i) - 1$) tiende a cero para la edad más grande, por lo que la ecuación anterior, definida para N, queda como:

$$N_{i+\Delta t} = C_{mi} / (F_i/Z_i)$$

Con esta ecuación se permite estimar la abundancia específica para la talla más grande. Se requirió del valor de la tasa de explotación terminal (F/Z) para iniciar los cálculos. Conociendo la captura en número por intervalo de talla y la abundancia para el intervalo de talla más grande, se realiza un retrocálculo de la abundancia, mortalidad por pesca y tasa de explotación para el resto de los intervalos de tallas.

La mortalidad por pesca (F) está dada por la siguiente relación:

$$F/Z = C_{L_1, L_2} / N_{L_1} - N_{L_2}$$

Para estimar la abundancia media anual para el intervalo de talla, la abundancia se ajustó por el tiempo que pasan en cada clase de talla o dt . Esto se obtiene por medio de la ecuación:

$$N \text{Mean}_{L_1, L_2} dt = N_{L_1} - N_{L_2} / Z$$

Una vez estimados los valores de F Y N , se estimó la mortalidad por pesca promedio anual como el producto de la mortalidad por pesca específica a talla, multiplicada por un factor de ponderación que en éste caso es el número de sobrevivientes:

$$\bar{F}_y = \frac{\sum F_i * N_i}{\sum N_i}$$

Donde,

N_i = número de sobrevivientes de talla i

El valor de la tasa de explotación para cada año, se obtuvo con:

$$E_y = \frac{\bar{F}_y}{\bar{F}_y + M_y}$$

La biomasa promedio anual, fue calculado con el modelo predictivo de Thompson Bell basado en tallas (Jones 1984, Sparre y Venema 1992). Este método, consiste de dos estadios: 1) datos de entrada esenciales y 2) cálculo de resultados en la forma de predicciones en los niveles de rendimiento y biomasa futuros.

Los valores de entrada son los valores de F por intervalo de longitudes, el número de reclutas y el factor de mortalidad natural para el intervalo de longitud i (X), que es el mismo que la usada en el análisis de cohortes y el peso de la medusa por intervalo de longitudes.

Nota: Para la determinación del evento El Niño, se utilizó la base de datos del ONI (Índice Oceánica de El Niño), que es un indicador de monitoreo para este evento. Se realiza mediante promedios móviles de tres meses en la región 3.4 del Océano Pacífico, y la base tiene un periodo desde el año 1971 a 2000. La temperatura que se utiliza para este índice es del banco de datos Extended Reconstructed Sea Surface Temperatures (ERSST.v2) del National Climatic Data Center.

Los eventos El Niño o cálidos se consideran cuando las anomalías pasan por encima de 0.5, los eventos La Niña o fríos se consideran cuando las anomalías están por debajo de -0.5. El aumento de 0.5 por vez indica el aumento en la intensidad del evento.

VII. RESULTADOS

VII.1. Estructura de tallas y relación longitud peso

Se llevaron a cabo muestreos a lo largo de todos los meses en los años que comprende este trabajo. La medusa bola de cañón se presentó en la laguna de Las Guásimas y sus alrededores de noviembre a junio, variando interanualmente en este periodo, se llevó a cabo un total de 41 campañas, de las cuales se obtuvo un total de 2,109 adultos muestreados para el 2014, 1,058 para el 2015 y 2437 para el 2016. Adicionalmente se obtuvo un total de 207 muestras de zooplancton de las cuales se obtuvieron 690 éfiras e individuos juveniles para el 2014, 37 para el 2015 y 531 para el 2016.

Los valores de los parámetros de la relación longitud-peso (a y b) se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Valores a y b de la relación talla peso de la medusa S. meleagris en la laguna de Las Guásimas. Es posible observar como el valor de b varia disminuyendo y aumentando por año consecutivo

Año	a	b	Modelo de Ricker $P=a*L^b$
2014	0.00009	3.29	$P=0.00009*L^{3.29}$
2015	0.0079	2.29	$P=0.0079*L^{2.29}$
2016	0.0012	2.74	$P=0.0012*L^{2.74}$

Los intervalos de la *longitud total* (Lt) anuales difirieron entre sí, así como las tallas más frecuentes por año (Tabla 4). La presencia de medusas fue constante en la primera mitad del año (enero-mayo principalmente), los estadios juveniles se presentaron en noviembre y diciembre, así se tomó como inicio de la temporada, los meses en que inicia la presencia en la laguna hasta su desaparición (Tabla 4). Las medidas de mayor talla se encontraron en febrero 2014 y en marzo del 2015 y 2016, previo al inicio de la pesca.

Tabla 4. Intervalo, representatividad y periodo de ocurrencia de los individuos de S. meleagris con base a la estructura de tallas en la laguna de Las Guásimas, Sonora. El intervalo de talla se basó en la longitud de lóbulo a lóbulo para las éfiras y la longitud total para las medusas.

Año	Intervalo de tallas	Intervalo de cohortes	Periodo de ocurrencia
2014	1.0 - 138 mm	1 - 20 mm 61-110 mm	Enero – Abril
2015	1.5 - 142 mm	26-110 mm	Diciembre – Mayo
2016	1.0 - 155 mm	1 - 5 mm 56-125 mm	Noviembre – Junio

La presencia de *S. meleagris* en la laguna por temporada comienza con la presencia de las éfiras, durante los meses de noviembre y diciembre, donde las longitudes de los individuos juveniles y éfiras variaron entre el 1 a 7 mm y el 1 a 14 mm respectivamente para el 2014 las tallas variaron entre 1 y 17 mm.

Del total de organismos recolectados en enero del 2014 el 52% se encontraba entre 1-5 mm, para el 2015 esta proporción varió a 13.5% y 22% en 2016, que en febrero consigue tener el 53% de estos.

Enero es el mes en el que más varía el número de cohortes pues en 2014 se presentan dos cohortes (con *Lt* media de 3.8 y 47.2 mm) representando éfiras e individuos juveniles (Tabla 5), 2015 sólo presentó una (con *Lt* media de 44.3 mm) debido a la ausencia de dichos juveniles y 2016 presentó tres (con *Lt* medias de 7.8, 47.7 y 71.6 mm), representando a individuos en 3 grados de crecimiento. Posteriormente en febrero de los tres años, se estimó tres cohortes por quincena, con excepción de la primer quincena de febrero del 2014 donde se observan 4 cohortes, en esta, una buena parte de éfiras como individuos juveniles aún están presentándose en la laguna, conformando una cohorte más de la cual carecen las otras quincenas.

El mes de marzo aumenta el número de cohortes por año, de 2 calculadas en el 2014, a 3 en el 2015 y 4 en el 2016. Las quincenas en este mes en estos años se caracterizan por presentar individuos muy pequeños, menores a 5 mm (entre ellos éfiras e individuos juveniles) y a su vez individuos por encima de los 100 mm, mientras que en 2014 los tamaños de las medias se encuentran justo entre estas dos tallas.

El mes de abril presentó una sola cohorte para el 2014, 4 y 1 cohortes para la primera y segunda quincena del 2015 y una y dos cohortes para las quincenas de 2016. El año 2015 contó con tallas por debajo de los 5 mm hasta tallas por encima de los 100 mm (indicando progresión modal y crecimiento en la población) lo cual no ocurrió en los otros años, en 2014 termino de verse la medusa en este mes por debajo de los 125 mm y en 2016 no hay progresión si no la presencia de dos extremos: los nuevos reclutas (por debajo de los 5 mm) e individuos adultos (por debajo de los 120 mm).

En mayo hubo dos cohortes para los años 2015 y 2016, una cohorte a causa de la presencia de juveniles y la otra a causa de individuos de mayor longitud. A partir de este mes ya no se observan individuos de *S. meleagris* en la laguna.

En el mes de junio sólo se obtuvo organismos del año 2016 con una *Lt* media de 80.4 mm (Tabla 5, 6 y 7), posterior a este mes no se observan individuos en la laguna.

Tabla 5. Número de cohortes de la medusa *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas, en la temporada 2014. Febrero con el mayor número de cohortes (4 cohortes).

2014 Mes	Quincena	Longitud media (mm)	Desviación estándar	Abundancia	Índice de separación
Enero	2	3.84	2.5	318	n.a.
		47.2	26.96	174	2.94
Febrero	1	2.29	4.3	444	n.a.
		38.44	9.68	230	5.17
		79.57	8.16	32	4.61
		118.28	22.9	30	2.49
	2	27.21	11.77	220	n.a.
		65.13	2.72	11	5.23
		94.15	10.64	120	4.34
Marzo	1	15.78	4.16	54	n.a.
		87.9	15.91	158	7.19
		88.27	10.68	130	n.a.
Abril	1	87.53	16.73	348	n.a.

Tabla 6. Número de cohortes de la medusa *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas en la temporada 2015. Abril, hasta con cuatro cohortes, el mes de diciembre no aparece debido a los pocos datos obtenidos representados en una sola clase.

2015 Mes	Quincena	Longitud media (mm)	Desviación estándar	Abundancia	Índice de separación
Enero	2	44.32	13.48	136	n.a.
Febrero	2	29.43	6.34	34	n.a.
		55.83	9.91	73	3.25
		100.93	6.75	6	5.41
Marzo	2	43.6	6.5	37.22	n.a.
		92.05	17.3	234.22	2.98
		133.3	4.6	14.69	2.35
Abril	1	14	12.69	6	n.a.
		64.66	11.21	50	4.24
		88.54	6.45	49	2.7
		106.7	11.37	29	2.04
Mayo	2	85.44	11.71	39	n.a.
		51.43	5.61	17	n.a.
	1	74.96	8.4	100	3.36

Tabla 7. Número de cohortes de la medusa *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas en la temporada 2016. De enero a marzo se presentan 3 cohortes, marzo con el mayor número de cohortes, mayo y junio sólo 1 y 2. El mes de noviembre no aparece debido a los pocos datos representados en una sola clase.

2016 Mes	Quincena	Longitud media (mm)	Desviación estándar	Abundancia	Índice de separación
Diciembre	2	21.26	7.38	161	n.a.
Enero	1	7.84	2.5	32	n.a.
		47.47	8.29	92	7.35
		71.67	8.83	18	2.83
	2	8.42	2.5	24	n.a.
		77.76	10.53	211	10.64
Febrero	1	98.7	5.11	29	2.68
		8.89	2.5	151	n.a.
		52.73	10.65	16	6.67
	2	96.2	12.81	52	3.71
		20.69	6.06	410	n.a.
Marzo	1	104.58	12.97	263	6.85
		21.11	10.59	350	n.a.
		65.44	18.13	272	3.09
	2	127.51	9.03	146	4.57
		6.75	2.5	8	n.a.
Abril	1	43.82	8.27	212	6.88
		88.75	16.83	163	3.58
		125.52	14.02	45	2.38
	2	102.25	16.73	180	n.a.
		10.5	7.85	13	n.a.
Mayo	2	96.38	10.2	95	9.52
		7.17	3.47	7	n.a.
Junio	1	93.56	12.39	192	10.89
		80.42	17.91	31	n.a.

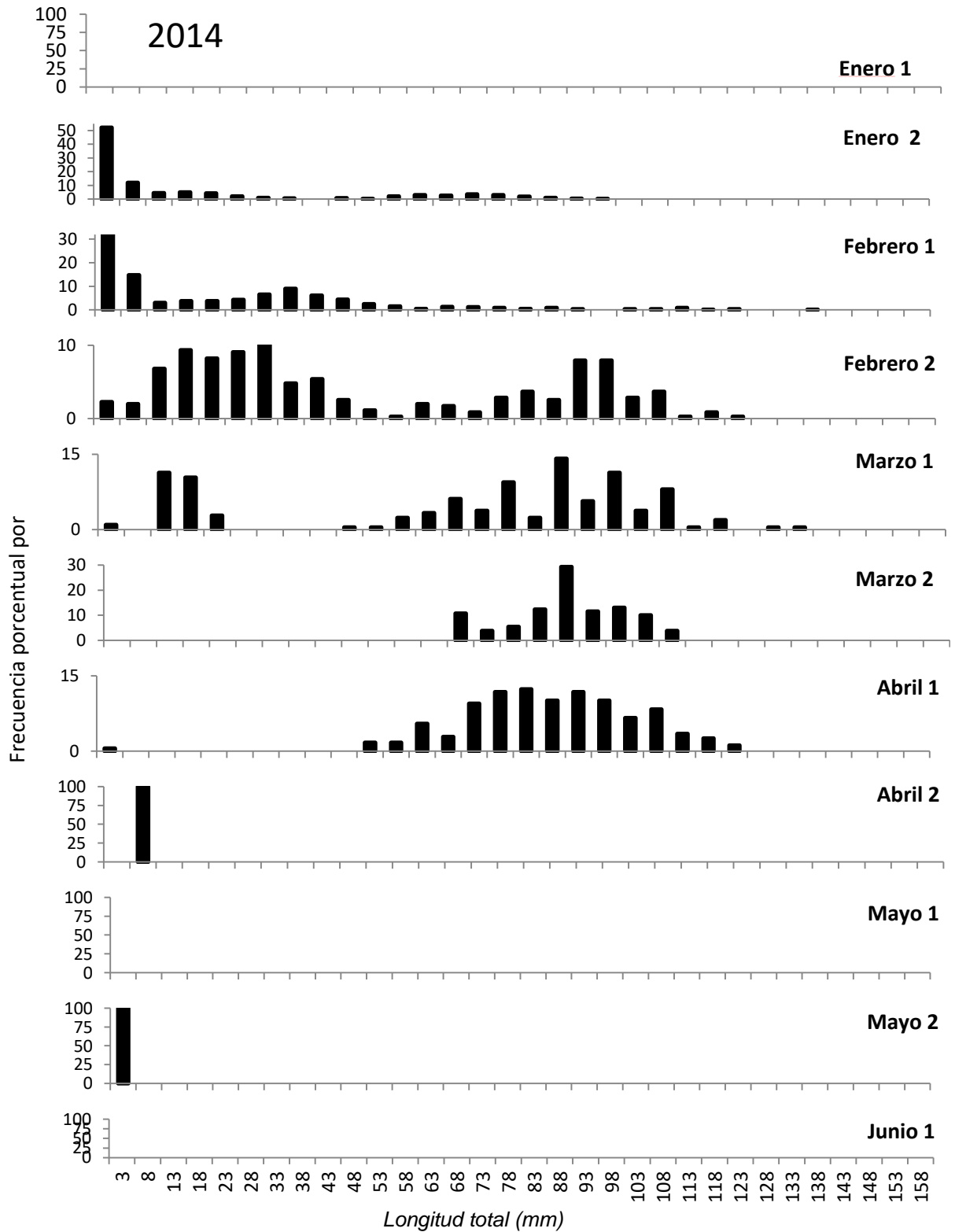


Figura 5. Estructura de tallas de *S. meleagris* capturadas en 2014 representando escalas quincenales, incluyendo éfiras, juveniles y adultos en la Bahía de las Guásimas, Sonora. La especie deja de aparecer en la segunda quincena de mayo a pesar de la constante integración de éfiras en el medio.

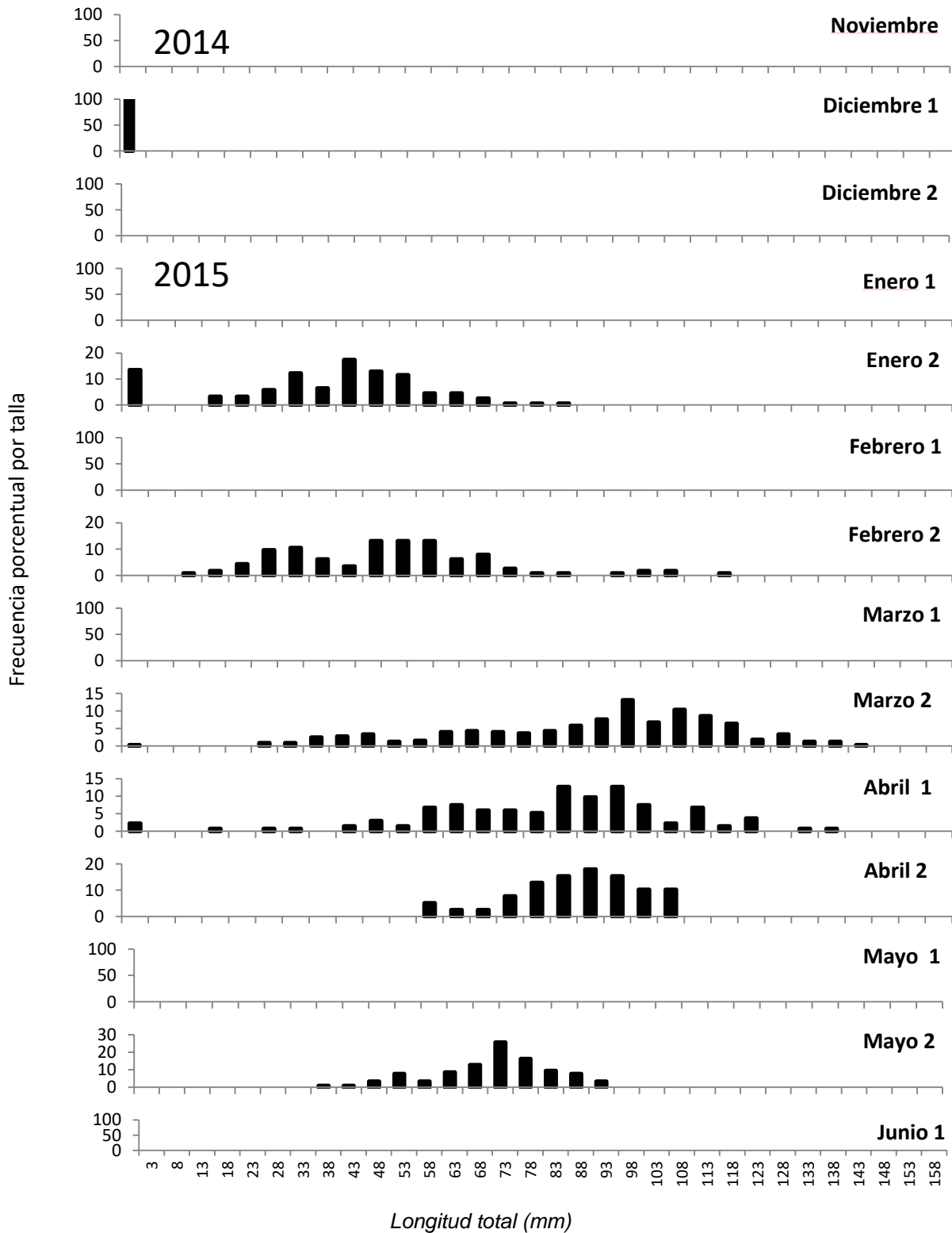


Figura 6. Estructura de tallas de *S. meleagris* capturadas en el año 2015. La presencia de la especie en la laguna de Las Guásimas comienza en la primera quincena de diciembre y termina en la segunda quincena de mayo, con máximos de 95mm. Las tallas más grandes encontradas en este año llegaron hasta los 145 mm.

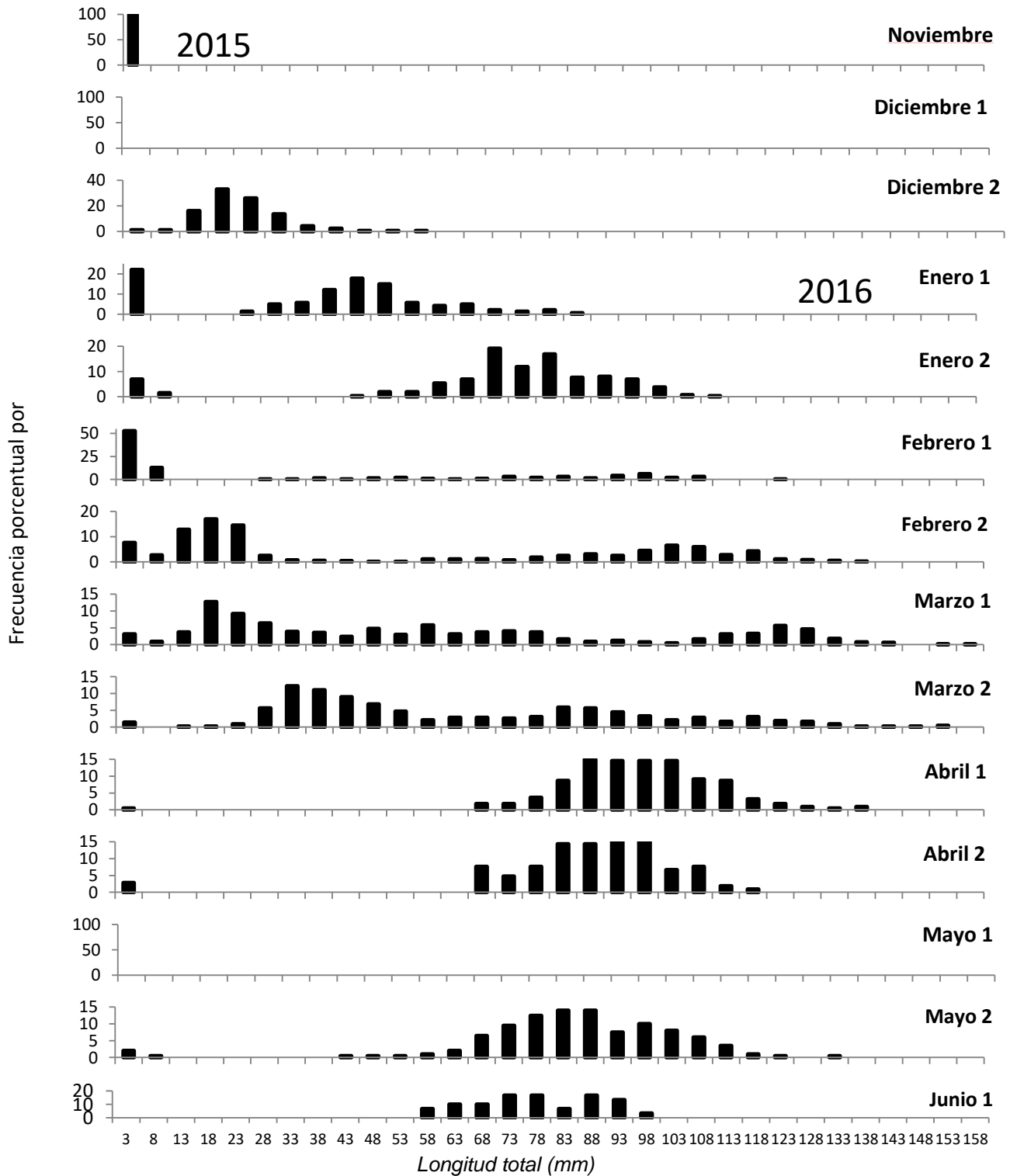


Figura 7. Estructura de tallas de *S. meleagris* capturadas en año 2016. La presencia de la especie en la laguna de Las Guásimas en este año fue la más larga, comenzando desde noviembre a junio. Se observa presencia constante de éfiras en la laguna, incluso en mayo, sin embargo no se observa progresión modal después de esta fecha. Las tallas máximas en este año fueron de 153mm. En abril se observó dos individuos que mostraban longitudes por encima del resto.

VII.2. Frecuencia y localización de éfiras e individuos juveniles

Se analizaron 207 muestras de zooplancton que constan de enero del 2014 a junio del 2016, con un total de 1258 éfiras y estadios juveniles. La presencia de estos fluctúa en todos los sitios de muestreo (Fig. 10), sin embargo, su frecuencia es mayor en los sitios 4, 5 y 6 (Fig. 8 y 9) lugares que corresponden a la boca e interior de la laguna. En 2015 se presentó un mayor número de éfiras en el sitio 1, sin embargo fue el año con la menor cantidad de individuos muestreados. En los tres años se presentan éfiras en abril o mayo, después de esta fecha no se encontró con individuos de mayor longitud.

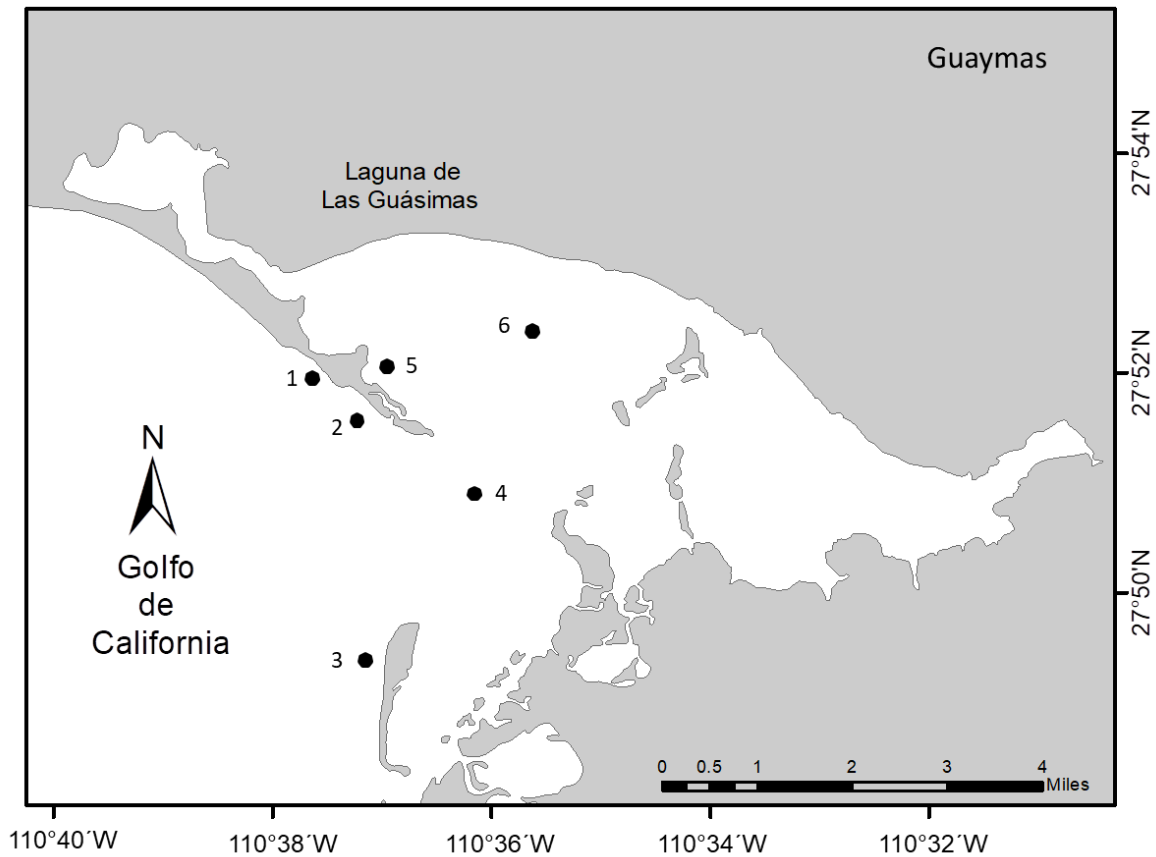


Figura 8. Laguna de Las Guásimas, por número se muestra los sitios de recolección de muestras de zooplancton e individuos adultos de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris*.

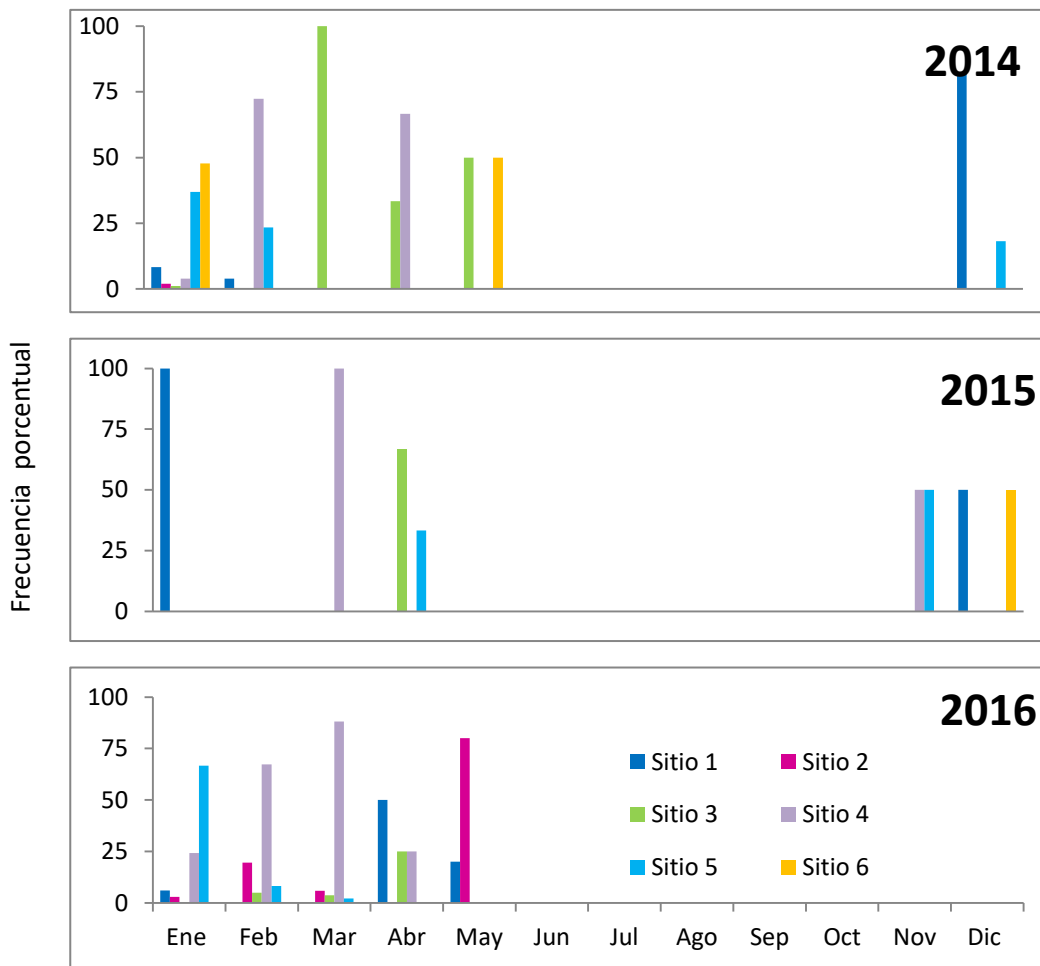
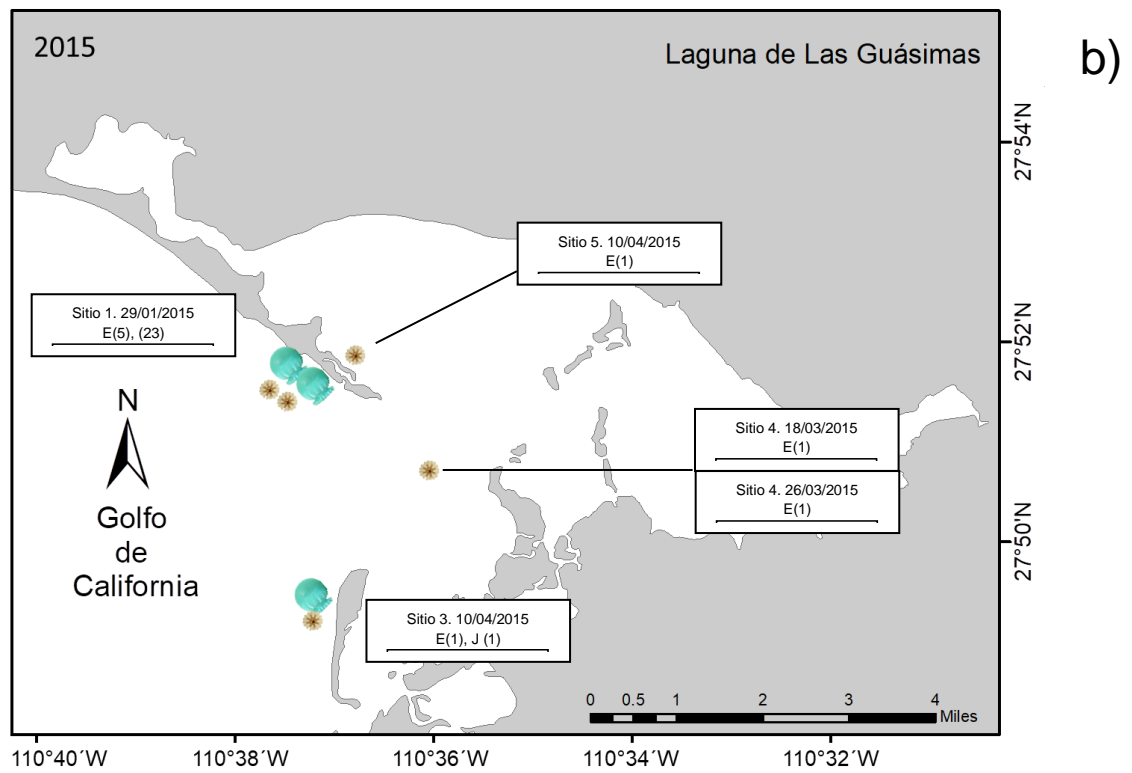
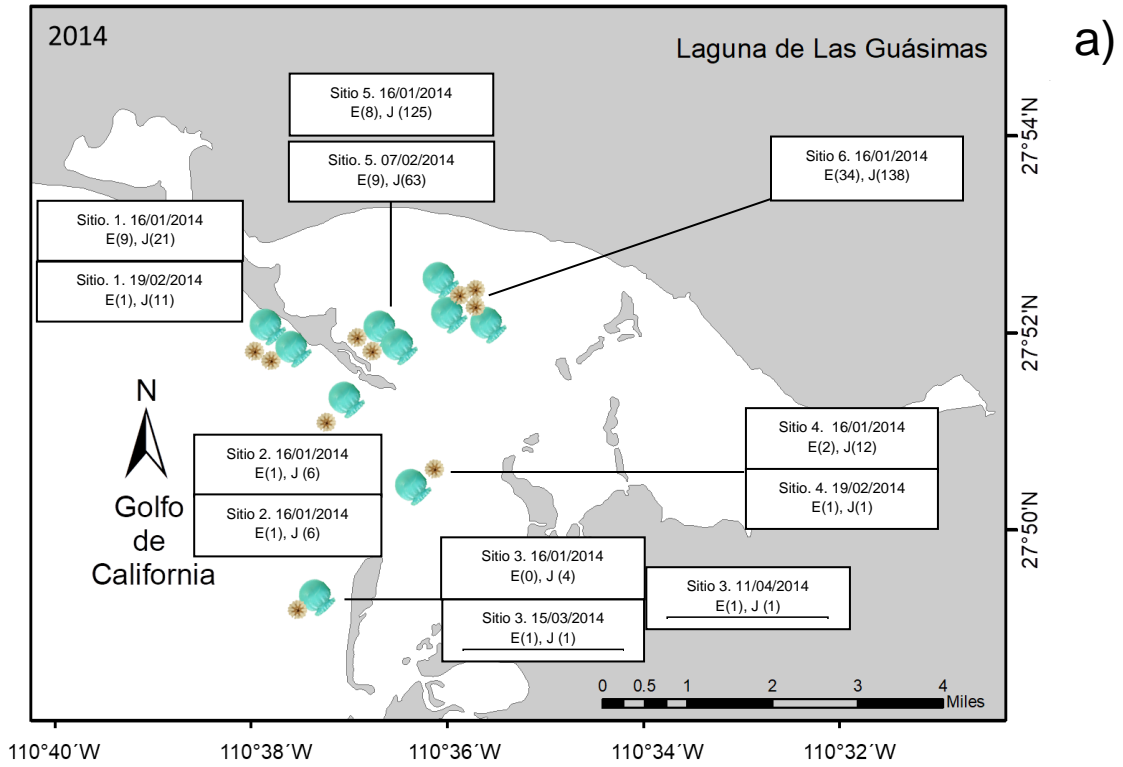


Figura 9. Frecuencia de individuos (éfiras y juveniles) por mes de cada año. En el 2014 los meses de junio-octubre no hay datos. Para el año 2015 aunque Sí los hubo, no se encontraron éfiras en ninguna estación de los meses de mayo-octubre. En el año 2016 no se encontraron éfiras en la laguna a partir de junio y el sitio 2 (por fuera de la laguna) representó una buena cantidad de individuos liberados en contraste con los dos años anteriores.



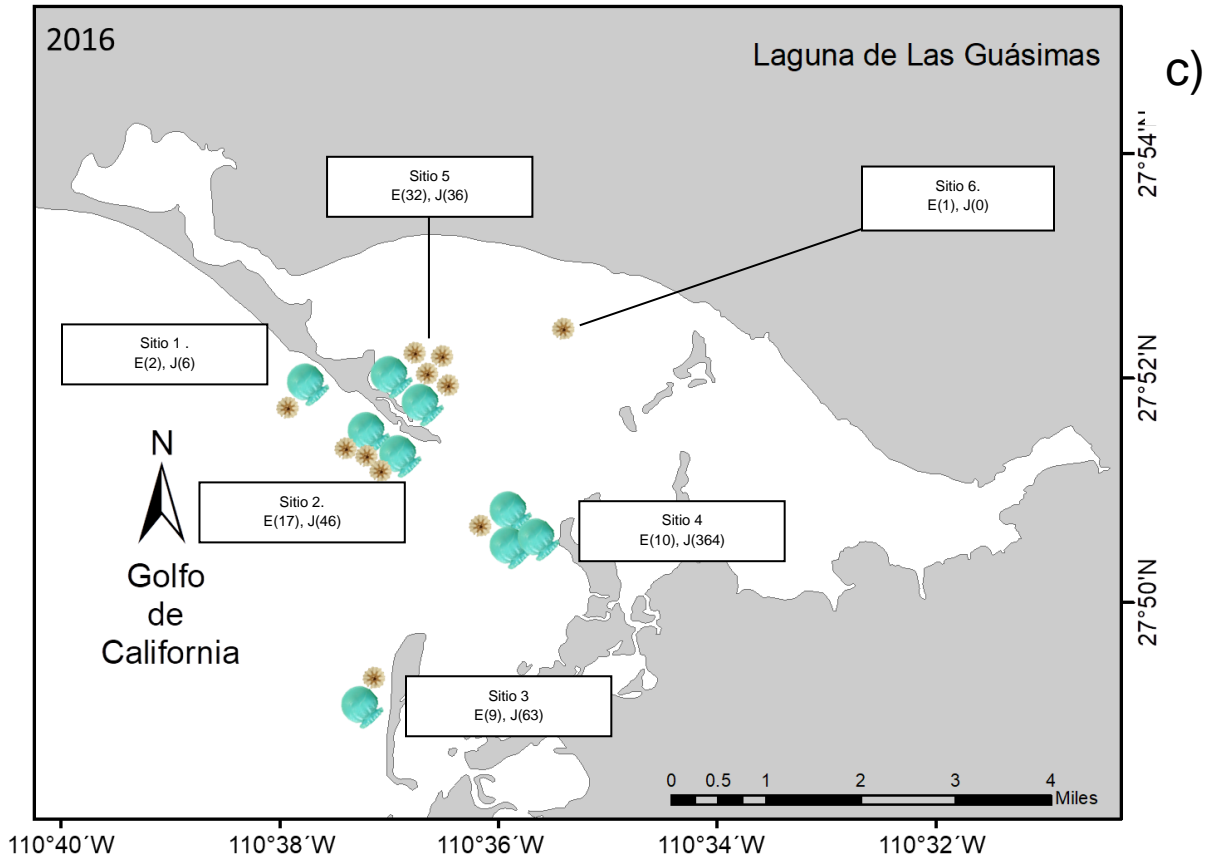


Figura 10. Ubicación y fecha de los sitios de muestreo, a) 2014, b) 2015 y c) 2016. En el cuadro se observa la estación, la fecha y posteriormente el número de individuos encontrados. E se refiere a éfiras y J a juveniles encontrados.

Gráficamente se puede observar los tiempos en que éfiras, juveniles y adultos comparten la laguna (Fig. 11)

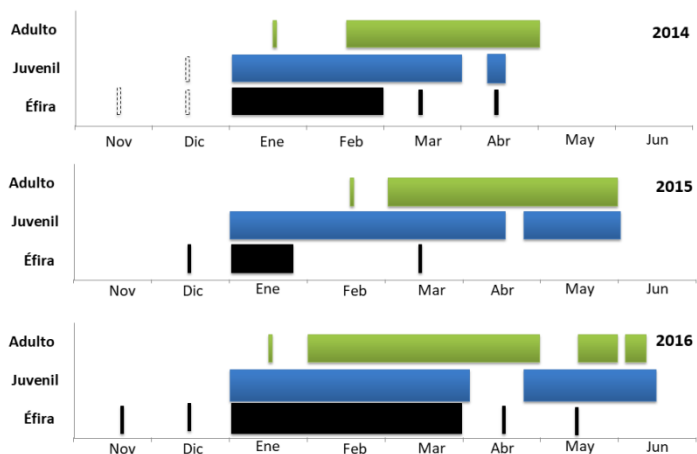


Figura 11. Tiempos de residencia de cada uno de los estadios de *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas, Sonora. En verde representados los adultos, en azul, los individuos juveniles y en negro las éfiras, las líneas punteadas suponen la presencia de individuos en la laguna.

VII.3. Determinación de los parámetros de crecimiento

Los estimados de los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K y t_0) variaron tanto entre métodos como entre años (Tabla 8), sin embargo el método con los estimados que más se ajusta a la biología de la medusa fue ELEFAN I, pues la residencia de la medusa dentro de la laguna concuerda con la longevidad calculada por cada año.

La curva de crecimiento de cada año se muestra en la figura 12 y los parámetros están en la tabla 7, en cada una de ellas se puede observar el crecimiento acelerado de la especie en los primeros meses de vida (Fig. 10), para alcanzar después la longitud estimada de L_{∞} cercano a los 6 meses de vida.

Tabla 8. Parámetros de crecimiento calculado con los métodos de Sheperd y ELEFAN I. Cálculo de t_0 , longevidad y phi prima (\emptyset') bajo los supuestos de L_{∞} y K .

Método	Powell-Wetheral	Sheperd	ELEFAN I	Ecuación de von Bertalanffy
2014				
K		4.10	5.7	
L_{∞}	148.76	143.45	158.5	
t_0		-0.0450	-0.0311	$L_t = 158 [1 - e^{-5.7(t - (-0.0311))}]$
\emptyset'		2.92	3.15	
Longevidad		0.73	0.52	
2015				
K		4.20	5.15	
L_{∞}	160.79	158.85	163	
t_0		-0.0427	-0.0343	$L_t = 163 [1 - e^{-5.15(t - (-0.0343))}]$
\emptyset'		3.02	3.13	
Longevidad		0.71	0.58	
2016				
k		4.80	4.60	
L_{∞}	163.24	163.25	161	
t_0		-0.0369	-0.0387	$L_t = 161 [1 - e^{-4.60(t - (-0.0387))}]$
\emptyset		3.10	3.07	
Longevidad		0.62	0.65	

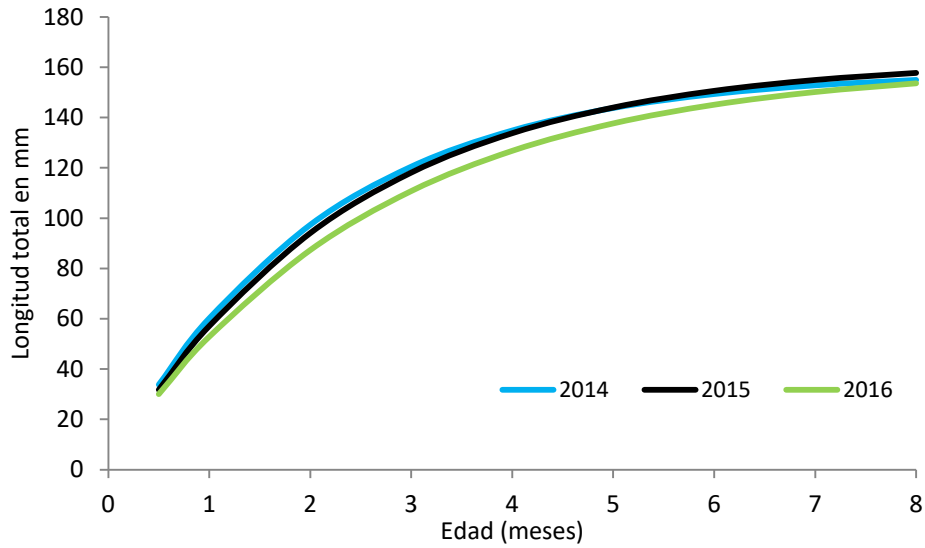


Figura 12. Curva de crecimiento por año, basadas en las estimaciones de los parámetros en ELEFAN I. El año 2016 con $L_{\infty} = 161\text{mm}$ y una $K = 4.60$

Aunque entre años los valores de ϕ' son similares ($\phi'_{2014} = 3.15$, $\phi'_{2015} = 3.14$ y $\phi'_{2016} = 3.08$), las variaciones cuando se realizan las anomalías de estas muestran un efecto negativo sobre el crecimiento (Fig. 13), sobretodo en el 2016 con una estimación de -1.12 en comparación con los años 2014 y 2015 que son positivos.

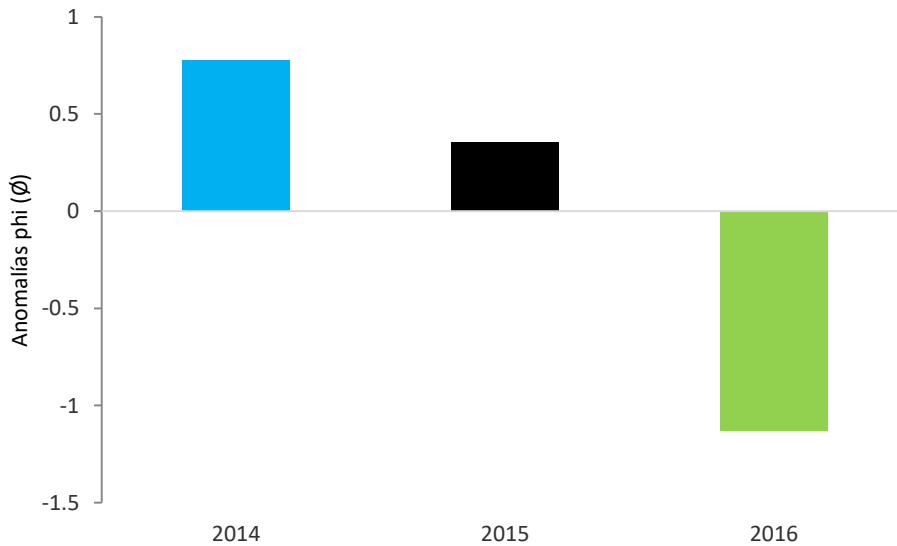


Figura 13. Anomalías estandarizadas de ϕ' (índice del desempeño de crecimiento) de *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas, Sonora. Los valores correspondientes a los años 2014 y 2015 son positivos (0.77 y 0.35) con respecto al valor del 2016, lo que indica un efecto negativo con respecto al crecimiento de ese año.

VII.4. Patrón de reclutamiento

Con base a lo estimado, el reclutamiento se presenta a mitad del año, abarcando verano y otoño (Fig. 14), además se presenta unimodal para 2014 y 2015 (con 87% entre los meses de julio-agosto y 84% en agosto-octubre respectivamente) y bimodal para 2016 (con 61% en julio-agosto y 19% en mayo).

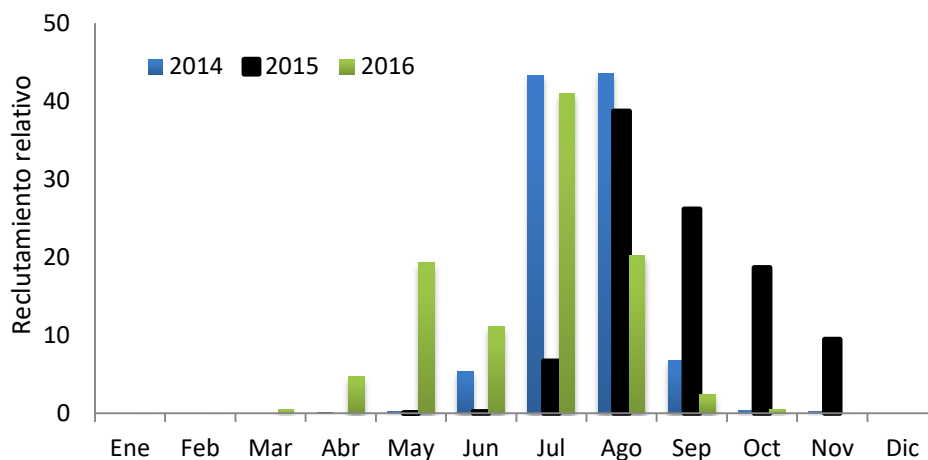


Figura 14. Patrón de reclutamiento calculado para *S. meleagris* durante los años 2014-2016. Los años 2014 y 2015 son unimodales reclutándose en los meses julio-octubre, mientras que 2016 es bimodal en los meses de mayo y julio-agosto.

VII.5. Estimación de la mortalidad

En el caso de los valores estimados por medio de curva de captura basada en tallas, se calculó la mortalidad por pesca (F) resultando mayor a la mortalidad natural (M) (Tabla 9), caso contrario cuando se estimaron por medio del método de Jones, donde la mortalidad por pesca sólo es mayor en el año 2014, mientras que en los dos años posteriores la mortalidad natural es mayor (Tabla 10), la más alta corresponde al año 2015 y la más baja en el 2016. En ambos métodos las mortalidades por pesca más altas corresponden al 2014.

Año	M	F	Z	Tasa de explotación
2014	8.5	26.6	35.1	0.7
2015	9.1	13.9	23.0	0.6
2016	6.9	10.5	17.4	0.6

Tabla 9. Estimaciones de los coeficientes instantáneos de mortalidad por año de *S. meleagris* obtenidas a través del método de curva de captura basada en tallas.

Así mismo se estimó una sobreexplotación en el año 2014 por medio de ambos métodos. Con base a las estimaciones del método de Jones no la hay en los años posteriores, incluso en el 2015 se observa una muy baja estimación.

Año	M	F	Z	Tasa de explotación
2014	8.5	10.1	18.7	0.5
2015	9.1	4.5	12.1	0.3
2016	6.9	5.1	12.0	0.4

Tabla 10. Coeficientes instantáneos de mortalidad por año de *S. meleagris* obtenida a través del análisis de cohortes de Jones.

VI.6. Biología reproductiva

Para el análisis reproductivo se obtuvieron datos únicamente en el año 2016, en total se analizaron 357 individuos, de los cuales 161 correspondieron a machos, 161 hembras, con una relación hembra:macho de 1:1, con 22 individuos indiferenciados y un hermafrodita.

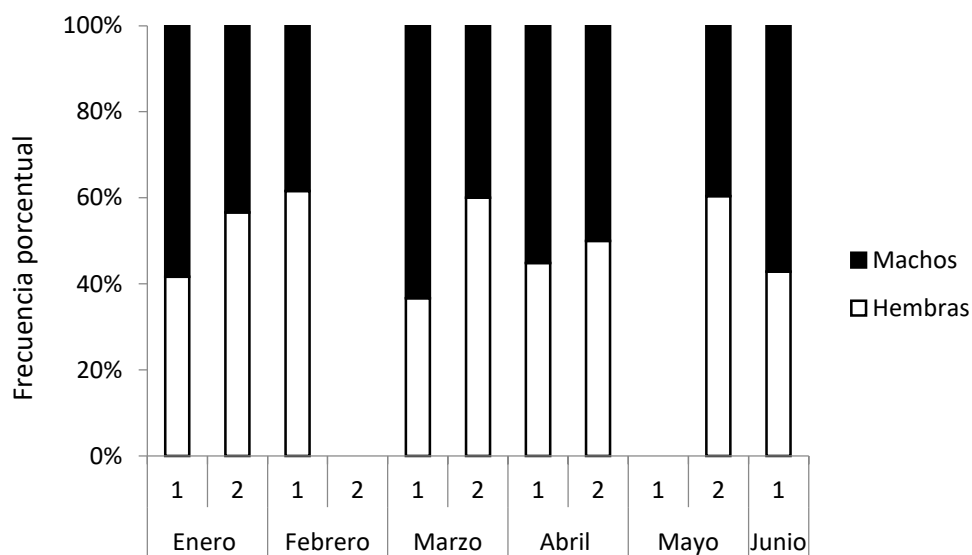


Figura 15. Proporción sexual de *S. meleagris* por quincena (hembra-macho) del año 2016 en la laguna de Las Guásimas, Sonora.

Se advierte la presencia previa de machos maduros con respecto a las hembras, en los primeros meses del año (Fig. 16), en marzo ambos sexos comenzaron a presentarse maduros, mientras en abril casi en su totalidad, ambos sexos se encuentran en este estado.

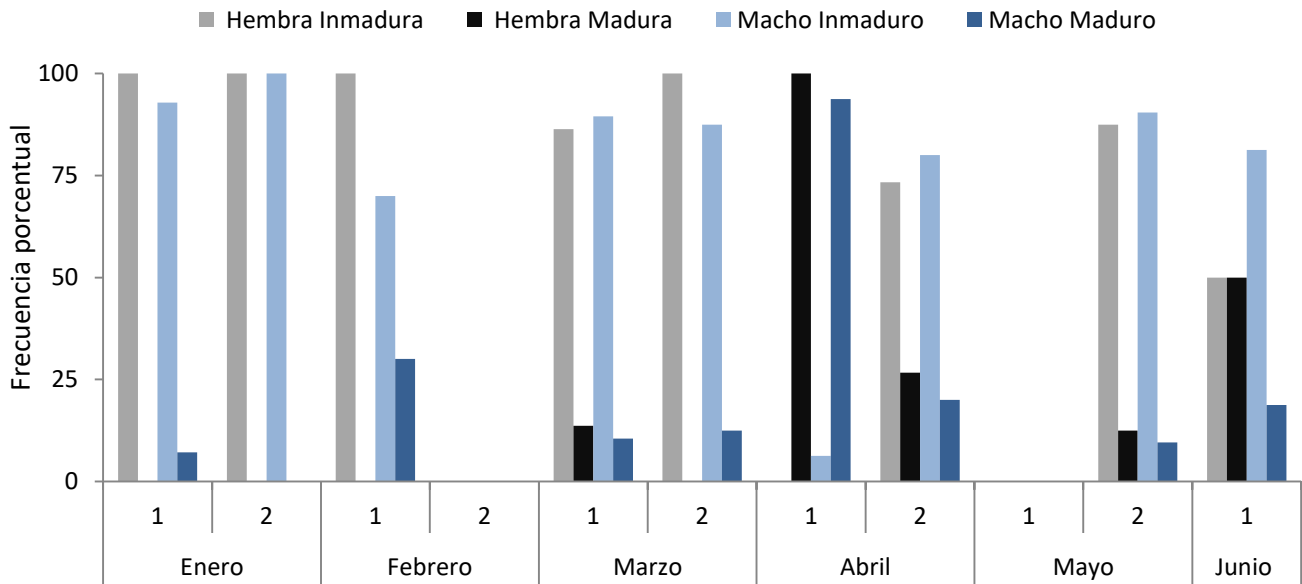


Figura 16. Frecuencias porcentuales quincenales de organismos maduros sexualmente de la medusa *S. meleagris*. Se observa la presencia de machos maduros previo a la presencia de hembras maduras. En abril ambos sexos se encuentran en proporciones similares con casi el 100% maduro, posteriormente esta proporcionalidad se invierte con cantidades más altas de individuos inmaduros.

VII.7. Talla de primera madurez

La talla media de primera madurez estimada mediante el modelo logístico para la medusa bola de cañón en la laguna de Las Guásimas, Sonora, donde 50% de las hembras fueron maduras fue de $L_{50} = 83$ mm.

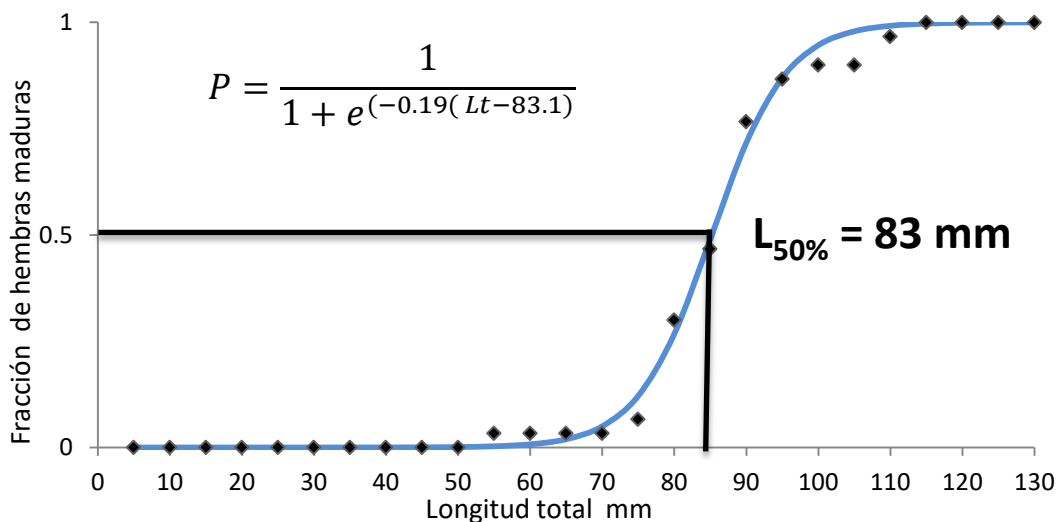


Figura 17. Talla de primera madurez sexual ($L_{50\%}$) para las hembras maduras de *S. meleagris* del año 2016 en la laguna de Las Guásimas.

VII.8. Análisis de cohortes basado en tallas (Jones 1984).

A partir de que la captura de bola de cañón comenzó a realizarse en la Laguna Las Guásimas, se observó un aumento en la capturas de esta especie, que al principio es contante. En la figura 18 es posible observar una constante fluctuación de la bola de cañón en la que se observan disminuciones y aumentos en las capturas anuales. Además se observa cómo el año 2015 aumenta dramáticamente su captura hasta llegar a las 25, 000 toneladas. Esta cifra puede estar determinada por varios factores, entre los que se encuentra la pesca ilegal y la recepción de embarques provenientes de otros lugares, que documentan la pesca en la Laguna de Las Guásimas (comunicación con López-Martínez).

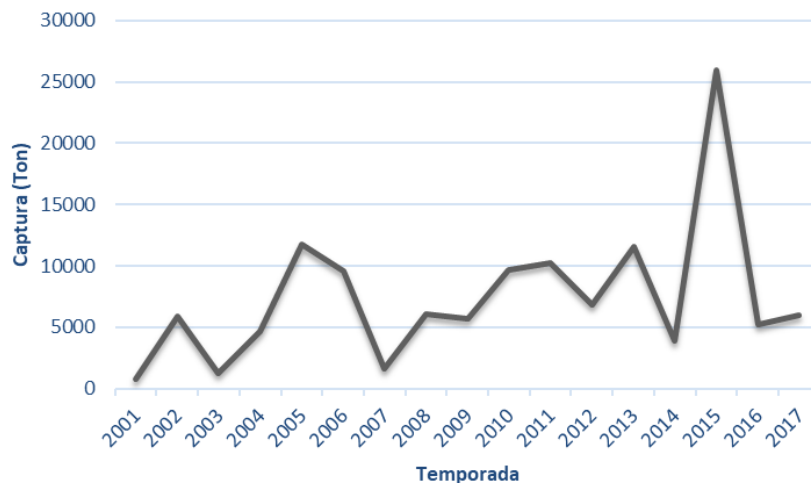


Figura 18. Capturas totales en la laguna Las Guásimas, Sonora. (Tomado de López-Martínez 2017)

En este trabajo la captura total (toneladas) fue mayor en el 2014, en los dos años posteriores la captura osciló entre las 2,000 y 5,000 toneladas. La abundancia media sin embargo se estimó mucho mayor para el 2015, al igual que su reclutamiento (Tabla 11), estos valores estimados caen en el año 2016.

Tabla 11. Abundancia, reclutamiento y mortalidades por pesca y total estimadas por el método de cohortes basado en tallas (Jones)

Parámetro	2014	2015	2016
Captura (toneladas)	11,163	5,030	2,125
Abundancia media / # de individuos	797,173,009	1,718,551,518	309,045,842
Reclutamiento en # de individuos	85,853,836	145,952,795	28,364,310
Mortalidad por pesca (F) anual	10.195	4.558	5.162
Mortalidad natural (M) anual	8.55	9.1	6.9
Mortalidad total (Z) anual	18.745	12.258	12.055
Tasa de explotación (E)	0.543	0.371	0.428

El año con la mayor abundancia fue el 2015 con N= 1, 718, 551,518 individuos, en 2014 la abundancia fue N= 797,173,009 y el año con menor abundancia fue 2016 con N=309,045,842 individuos (Fig. 19).

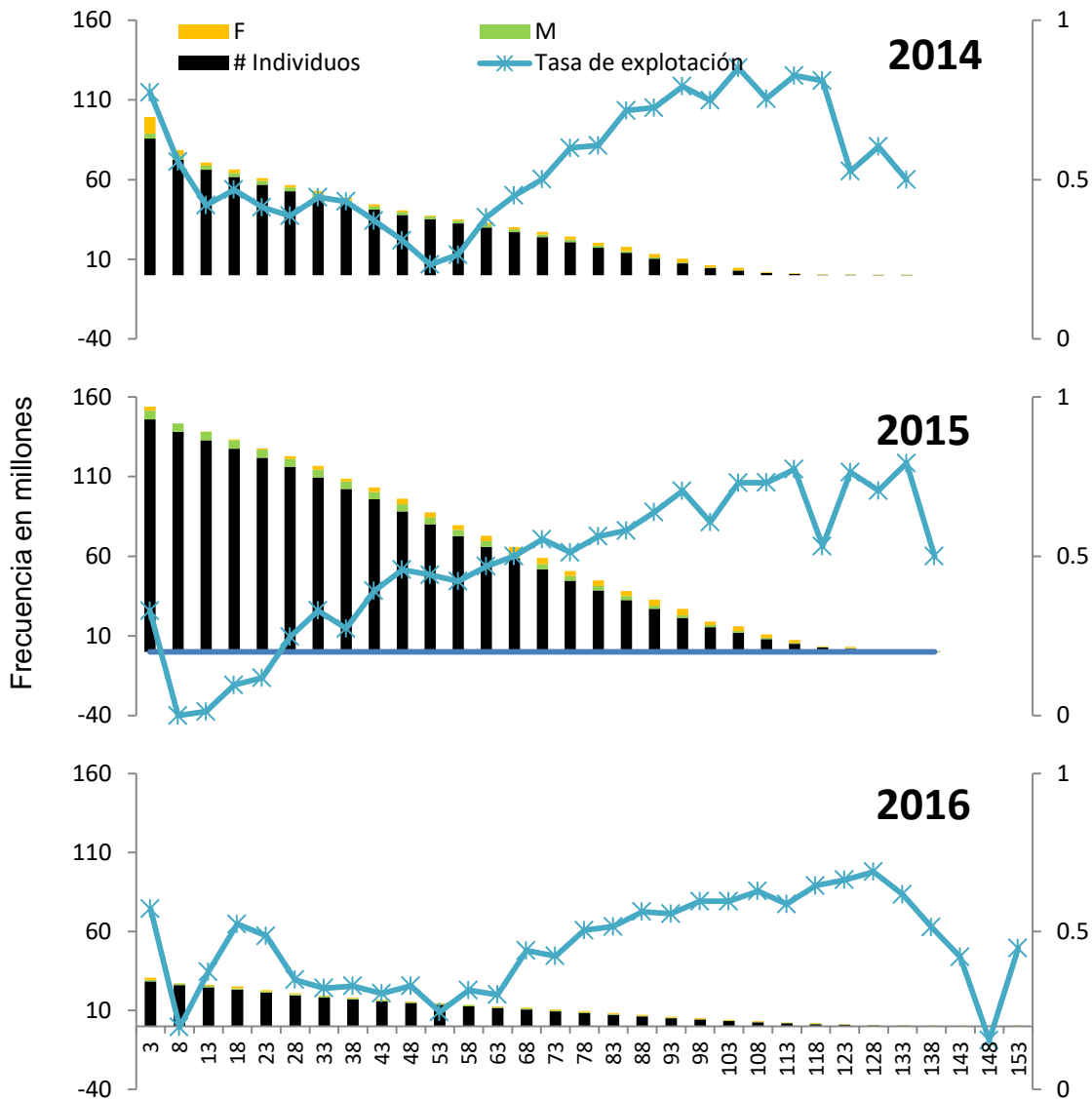


Figura 19. Número medio de individuos por intervalo de talla, mortalidad por pesca, mortalidad natural y tasa de explotación de *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas, Sonora. La mayor cantidad estimada de individuos fue el año 2015, aunque la mayor tasa de explotación se calculó para el 2016.

El patrón de explotación varía por talla y entre los años, mientras que en 2014 y 2016 la tasa de explotación se encontró por debajo de los 43 mm, en el año 2015 esta aumenta conforme aumenta la talla (Fig. 20). Por otro lado, en longitudes mayores a los 80 mm las medusas de los años 2014 y 2015 superan los niveles óptimos de explotación (0.5 según Gulland 1971), las más altas observadas fueron las tasas de las tallas entre 120-125 mm con 0.81/anual (2014) y 135-140

mm con 0.79/añal (2015). El año 2016 muestra sobreexplotación por encima de la talla de 85 mm sin embargo posterior a los 135 mm esto ya no sucede, además las tasas más altas de sobreexplotación para este año oscilan el 0.60/añal.

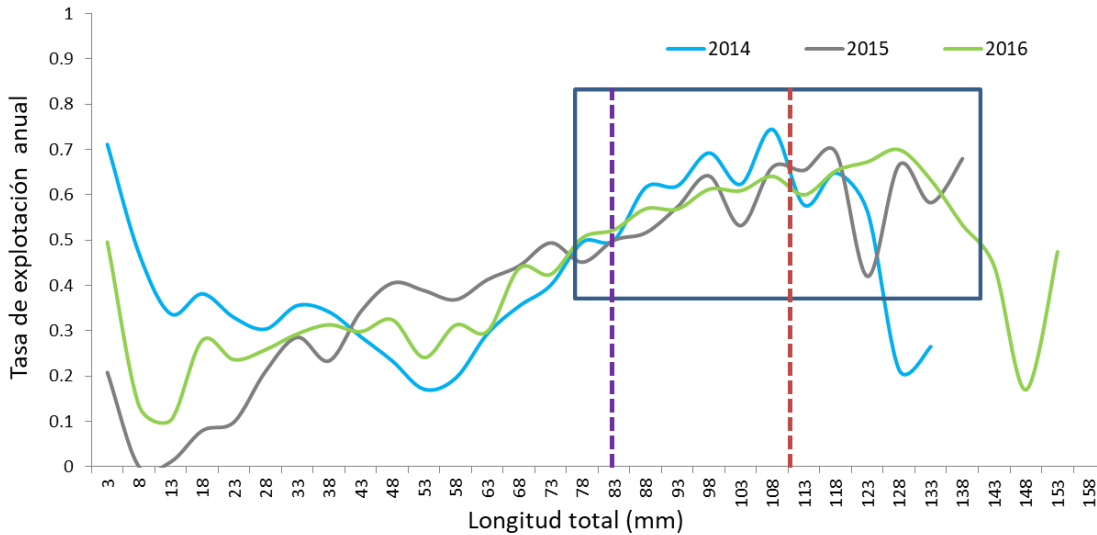


Figura 20. Tasa de explotación de la medusa bola de cañón en la laguna de Las Guásimas de los años 2014-2016. Dentro del recuadro se encuentran las tallas sujetas a explotación por encima del 0.5. La línea punteada en rojo indica la talla mínima de captura permitida en México de la medusa, la línea punteada en lila indica la talla de primera madurez calculada para el año 2016.

Por medio de este método, se puede reconocer el reclutamiento total por año (Fig. 21) en el que se estimó una cantidad superior para el año 2015 de 145, 952,795 individuos por encima de los años pares.

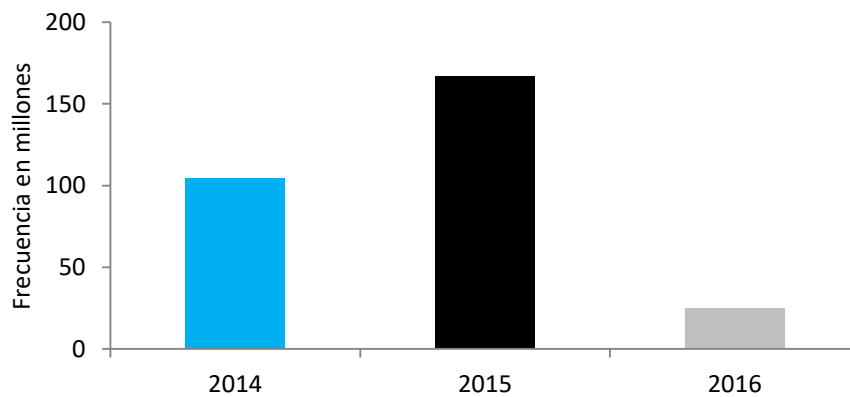


Figura 21. Magnitud de reclutamiento por año de la medusa *S. meleagris* en la laguna de Las Guásimas, Sonora.

VII.9. Condiciones ambientales

Con base en datos satelitales obtenidos gracias al trabajo de García-Morales *et al.* (2017) (Fig. 22) y la información en campo, se advirtió la presencia de éfiras en temperaturas que oscilan de los 17.7 a los 28.9°C en promedio, aunque fue entre los 18 y 22.5 °C donde la mayor parte ellas se encontraron en la laguna. Por otro lado fue a temperaturas de 22 °C en el 2014 y 25°C en el 2015 donde en fase adulta la especie comenzó a desaparecer, así mismo se observa que las temperaturas en las que oscila la presencia de estos estadios van de 18 a 28.9 °C.

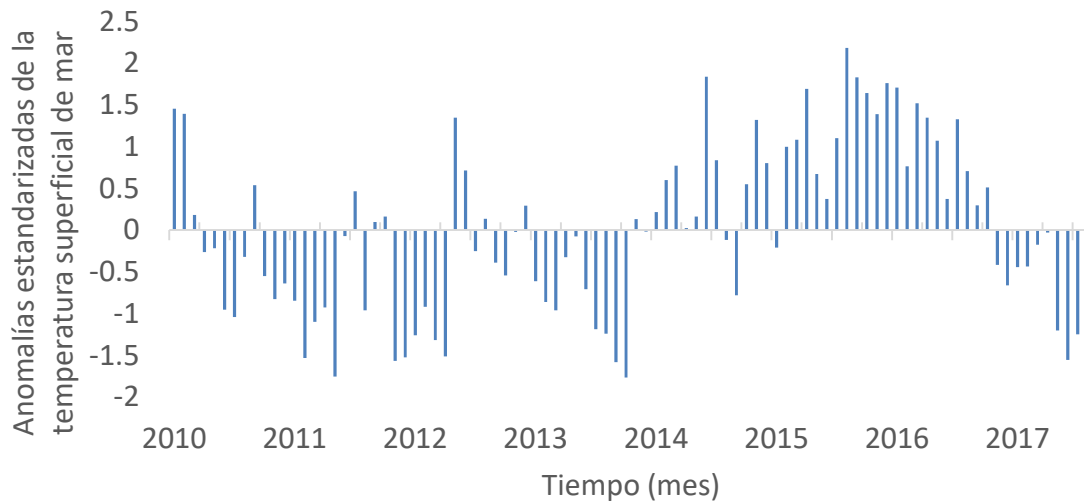


Figura 22. Anomalías trimestrales de la temperatura superficial del mar los años 2014, 2015 y 2016, en ellos se observa el aumento progresivo de la temperatura a través de estos tres años. Fuente (García-Morales *et al* 2017)

Con base en datos satelitales obtenidos gracias al trabajo de García-Morales *et al.* (2017) y la información en campo, se advirtió la presencia de éfiras en temperaturas que oscilan de los 17.7 a los 28.9°C en promedio, aunque fue entre los 18.0 y 22.5 °C donde la mayor parte de ellas se encontraron en la laguna. Por otro lado fue a temperaturas de 22.0 °C en el 2014 y 25°C en el 2015 donde en fase adulta la especie comenzó a desaparecer, así mismo se observa que las temperaturas en las que oscila la presencia de estos estadios van de 18.0 a 28.9 °C.

Además de la temperatura, se midió en cada muestreo parámetros como la salinidad, el oxígeno disuelto y el pH, así la especie presenta tolerancia a salinidades desde los 33 ups hasta los 39 ups, aunque la éfira presenta mayor afinidad por debajo de los 34 y 36 ups, la medusa puede tolerar hasta los 39 ups. Además, se presenta en un intervalo de 6.0 a 8.6 de pH, con una mayor presencia en aquellos puntos que tienden a 7. La relación ambiental con los parámetros poblacionales de cada año es mostrada en la figura 23.

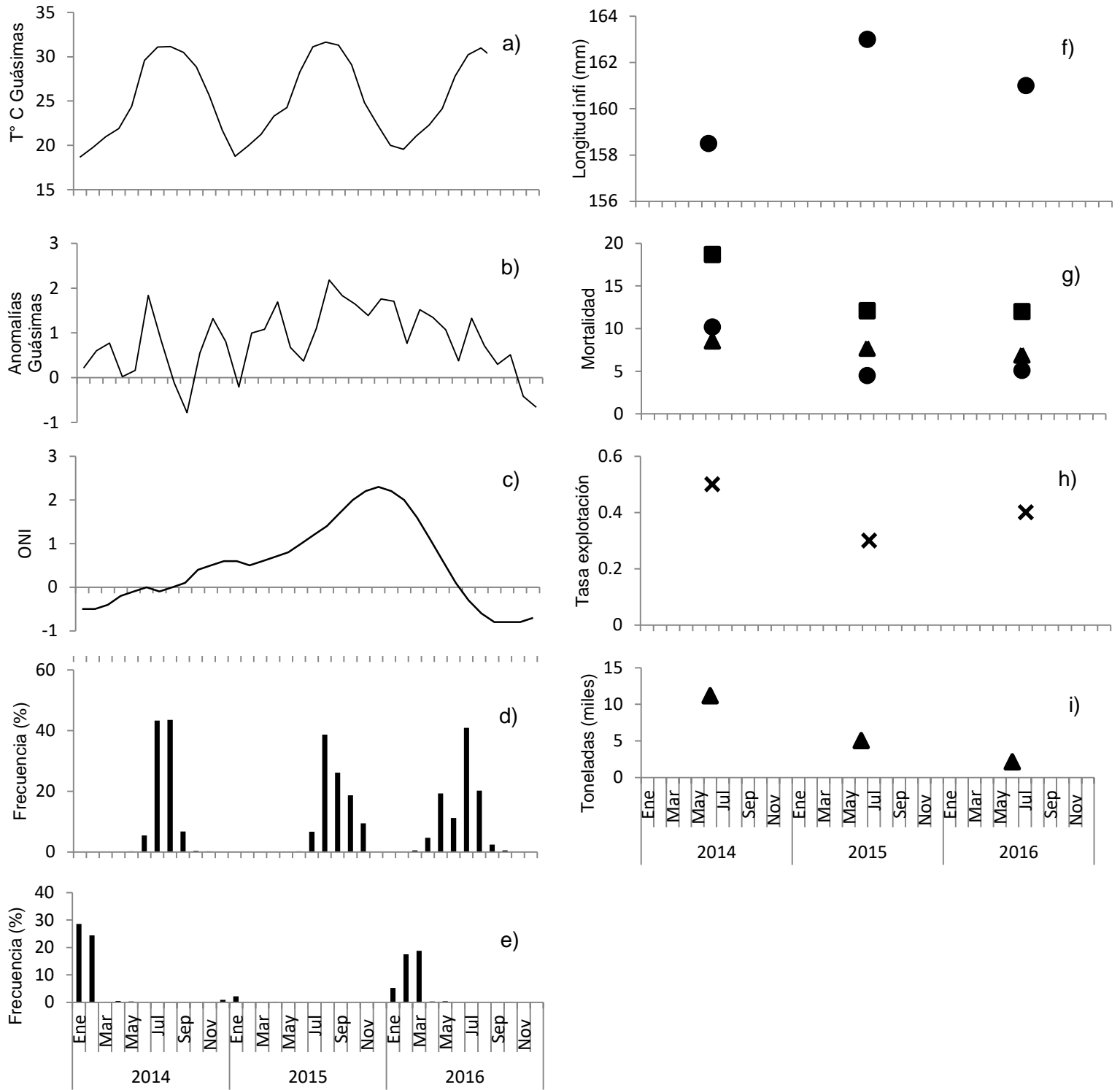


Figura 23. Parámetros poblacionales durante los años 2014-2016: a) temperatura de la laguna Las Guásimas, b) anomalías de la temperatura en la laguna, c) Índice Oceánico de El Niño (ONI), d) patrón de reclutamiento calculado, e) frecuencia porcentual de individuos juveniles y éfiras anual, f) longitudes infinitas calculadas por año, g) mortalidades calculadas (en cuadros la mortalidad total, en triángulos la mortalidad natural, en círculos la mortalidad por pesca), h) tasa de explotación calculada, i) toneladas en miles anuales.

VII.10. Apartado: Éfiras e individuos juveniles

En el proceso de la realización de la estructura de tallas éfiras como individuos juveniles presentaron ciertas particularidades que a continuación son mencionadas.

Una gran proporción de las éfiras encontradas en la laguna, presentaron formas similares a las descritas por Calder (1982). Hubo meses en los que se observaron tallas por debajo de los 1.5-2.0 mm que él había reportado, oscilando entre 1.0 y 1.2 mm, durante a los meses de febrero-mayo del 2014 y enero-marzo del 2016, la frecuencia de estos individuos no fue alta en comparación a la cantidad de éfiras y juveniles encontradas en la laguna (entre 5 y 7 % del total).

Por otro lado, fue posible observar individuos con malformaciones, al contar con 6, 7 ó 9 lóbulos marginales y no 8 como es que se tienen caracterizadas, aunque fueron pocos los individuos observados con esta condición, coincidieron en presentarse en el mes de marzo los días 2 y 16 del 2016 (aunque las hay también en los otros dos años). En este sentido, los juveniles y las éfiras que pertenecen a este mes y a principios de año muestran deterioro en la campana y los lóbulos ropaliales, además se observan en mayor cantidad organismos juveniles (medusa constituida), a tallas de menor tamaño (esto podría ser indicio de la poca disponibilidad de alimento, ya que bajo estas condiciones pueden reducir su tamaño). Es necesario aclarar que los individuos con malformaciones o deterioro fueron ajustados para los análisis de crecimiento.

Se contó con una buena cantidad de individuos juveniles con restos de alimento a través de la boca principal y en el estómago. El alimento en general constaba de algunos crustáceos, huevos de pez, quetognatos, larvas de moluscos gasterópodos y bivalvos, para una identificación más precisa necesitarán estudios posteriores.

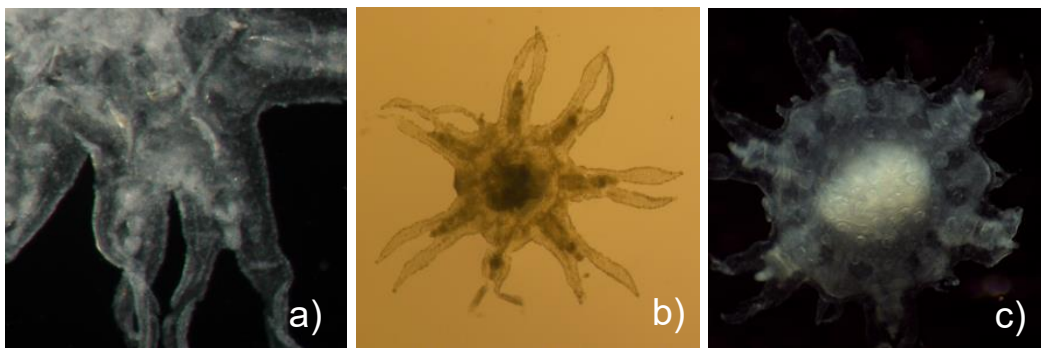


Figura 24. Éfiras encontradas con algún tipo de deformación: a) Canales ropaliales unidos, b) reducción de uno de los lóbulos ropaliales, c) éfira con 6 lóbulos ropaliales.

VIII. DISCUSIÓN

El tiempo de residencia de la fase medusa en la laguna de Las Guásimas durante los tres años de muestreo osciló entre los 6 y los 8 meses tomando en cuenta la presencia de éfiras, 4 meses en 2014 (sin tomar en cuenta meses previos) 6 en 2015 y 8 meses en 2016. Durante los años de muestreo se observó un patrón en las fases de la medusa, así como en el número de cohortes. El patrón comienza en la laguna con la presencia de nuevos reclutas o éfiras durante los meses de noviembre o/y diciembre, posteriormente en los meses de enero y febrero se incrementa el número de cohortes debido al crecimiento gradual de la *Lt* y a la incorporación de nuevos reclutas a la población mediante la liberación de nuevas éfiras, a continuación el número de cohortes llega a un número máximo (4 cohortes), generalmente en el mes de marzo. Posteriormente este número disminuye de nueva cuenta en los meses de abril, mayo y junio, mes en el que solo se presentó una sola cohorte y solamente una vez en el año 2016, caso que ocurrió también durante el año 2010. Aunque este patrón es similar en los tres años, el tiempo y la cantidad en la que aparecen los grupos modales varía, patrones similares se han reportado para especies como *Neopilema nomurai* y *Aurelia aurita* (Lucas 2001, Sun *et al.* 2015).

Trabajos realizados anteriormente por López-Martínez (2006) y Carvalho-Saucedo (2009) con esta misma especie en la laguna de Las Guásimas reportan este patrón como las diferencias en el número de cohortes, López-Martínez (2006) reportó la presencia de 2 cohortes por quincena en diciembre y enero, 3 en los meses de febrero, marzo y abril (López-Martínez *et al.* 2017), Carvalho-Saucedo (2009) reportó 3 cohortes para todos los meses, con un máximo de 4 cohortes en marzo, ambas, también reportan la disminución posterior de las cohortes. A pesar de que los años muestreados siguen este patrón, existen diferencias muy marcadas entre cada ciclo, en el mes de enero del 2014 por ejemplo, existe 50% de los individuos muestreados en fases tempranas (por debajo de los 5 mm), mientras que en los años 2015 y 2016, alrededor del 40% de los individuos oscilo entre 41-55 mm y 66-80 mm. Otro ejemplo es febrero, que en 2014 cuenta con 4 cohortes, sin embargo, en los años 2015 y 2016 esta característica se presentó en marzo. Una diferencia más es la presencia de los individuos en la laguna, aunque los años muestreados concuerdan con los reportes de López-Martínez (2005, 2006), que suele variar, por ejemplo en el año 2016 la especie incrementa el tiempo de residencia y la presencia de estadios larvales es más frecuente que en años anteriores.

López-Martínez (2006, 2017) ha reportado el ingreso de 3 cohortes en la población de esta especie en la laguna de las Guásimas, correspondientes a los meses de diciembre-enero, febrero-marzo y una última en mayo, la cual asegura no fue sujeta a extracción a consecuencia de la desaparición de los organismos en la laguna. En este trabajo se reporta la incorporación de nuevos individuos en los meses de enero-mayo para el año 2014, diciembre-enero y marzo-abril para 2015, y de noviembre a mayo para el año 2016, lo que es consistente con los resultados de

López-Martínez (2006). La presencia de nuevas cohortes en la laguna podría relacionarse con máximos en los nutrientes (en este caso de zooplancton) que se presentan para la laguna. Autores como Arreola-Lizárraga (2003a) han reportado máximos de nutrientes en invierno y verano, sin embargo, el pico reportado en verano se debe a la influencia de las lluvias, por las cuales López-Martínez (2005) (2006) atribuye después la desaparición de la especie, por otro lado Lluch-Cota *et al.* (2000) y Arreola-Lizárraga (2003) explican que el máximo de nutrientes en invierno es debido a las surgencias propias del Golfo de California en esa temporada, explicadas por los vientos del noroeste (en ese momento paralelos a la línea de costa este del Golfo), generando un ascenso de las aguas subsuperficiales que de esta manera pueden ser utilizados por la medusa. Por su parte Álvarez-Tello *et al.* (2015) reportan valores máximos de zooplancton en marzo (dentro de la laguna) y en noviembre (en el exterior de esta), los cuales constan en una buena parte por el alimento de la especie: cladóceros, copépodos, huevos de peces, algunos moluscos y larvas de decápodos (Padilla-Serrato, 2011), incluso sugieren que hay una relación inversa entre el incremento del “zooplancton gelatinoso” y los copépodos de la laguna entre los meses de diciembre-enero, en este sentido los máximos en zooplancton presentados en la laguna (marzo y noviembre) son consistentes con la incorporación de nuevos individuos reportados en este trabajo y con el aumento y desplazamiento de las cohortes antes mencionadas.

Por otra parte la distribución de éfiras, juveniles y adultos fue similar durante todo el muestreo. Éfiras y juveniles dentro de la laguna, estadios de reciente liberación en todos los sitios de muestreo, indicando que la liberación de éfiras se presenta tanto dentro como fuera de la laguna, sin embargo, estos estadios fueron más frecuentes dentro de esta al igual que los juveniles, mientras que los adultos son más frecuentes por fuera. Esto quizá por una simple sucesión en las tallas de las éfiras que van aumentando en tamaño ocupando distintos espacios y acumulándose estacional y progresivamente (Gordon y Seymour 2012, Sun *et al.* 2015) o bien por un beneficio directo como el alimento (Lucas 2001), incluso se menciona que las diferencias en la estructura de la población puedan deberse al hábitat y disponibilidad del alimento (Gordon y Seymour 2012), en este sentido y tomando en cuenta lo anterior explicado por Álvarez-Tello *et al.* (2015) y, con base a que se ha demostrado que existen mayores abundancias de zooplancton dentro de la laguna que por fuera de esta (Rivera-Acuña 2013), se sugiere que la liberación de éfiras esté sincronizada con la disponibilidad del alimento, similar a lo planteado en la triada de Bakun (enriquecimiento, concentración y retención) para los pelágicos menores aunque aún no son claros los procesos ambientales que induzcan este proceso (Sukhoputova y Kraus 2017). Por otro lado, este tipo de especies se encuentran sujetas a la acción física del mar, Burrola-Sánchez *et al.* (2008) mencionan que en la laguna de Las Guásimas “las fases tempranas de *S. meleagris* presentan un patrón de distribución que depende del cambio de corrientes superficiales” debidas al viento local.

En este trabajo se observa el incremento de individuos juveniles de una fecha a otra desde adentro hacia fuera de la laguna y quizá este hecho se deba a lo explicado por Burrola-Sánchez *et al.* (2008). Sin embargo, no es algo que se pueda asegurar, ya que el estudio sólo se realizó de la boca al exterior de la laguna y no por dentro. Aún a pesar de esto, la distribución de la medusa así como de sus estadios no suele variar pues se ha reportado esta misma distribución en años anteriores (López-Martínez *et al.* 2006, Álvarez-Tello *et al.* 2015).

Los parámetros de crecimiento anual fueron calculados con diferentes métodos indirectos basados en tallas debido a la falta de estructuras con las que se pueda inferir la edad. Las L_{∞} calculadas sobrepasaron las tallas máximas encontradas en la población muestreada (con cualquiera que haya sido el método), sin embargo, en este trabajo, se tomó a los estimados de ELEFAN I como aquellos más acertados, debido al factor de corrección que este programa utiliza y al ajuste en la biología de la especie, reflejado mediante la curva de crecimiento y a la longevidad calculada. Así, se observa que de 2014 a 2015 (de año promedio a un año con El Niño débil) la L_{∞} aumenta pero al pasar de 2015 a 2016 (de un Niño débil a un Niño intenso) esta disminuye. Por otro lado, el coeficiente instantáneo de crecimiento K tiende a disminuir de 5.7 estimada para 2014 a 5.1 en 2015 y 4.6 en 2016. Se sugiere que la temperatura y la abundancia poblacional son factores que influyen sobre el crecimiento somático (Gómez-Larrañeta, 1967). Por otro lado, se sugiere que los parámetros de crecimiento de algunas especies pueden variar debido a las características del área en que se desarrolla la población (Morales y González, 2010). En este sentido, se tienen estimaciones sobre el coeficiente instantáneo de crecimiento de dos especies de *Aurelia* (Makabe *et al.* 2012, Wang y Sun 2015) en donde K va de 0.023 a 0.033 por día (K /anual de 8 y 12), por encima de *S. meleagris*, sin embargo, los métodos y el periodo en que fue estimado el valor de K es diferente. Los valores que se obtuvieron en este trabajo son consistentes con lo anteriormente reportado en Guásimas en 2006: L_{∞} = 160.6 mm, K = 5, t_0 = -0.035 o bien L_{∞} = 161 mm, K = 5.3, t_0 = -0.0028 (Carvalho-Saucedo 2009, López-Martínez *et al.*, 2006) y diferente para la zona al norte como El Choyudo L_{∞} = 162 mm, K = 4.62, t_0 = -0.020, Sahuimaro L_{∞} = 122.7 mm, K = 4, t_0 = -0.0255 y Bahía de Kino L_{∞} = 183 mm, K = 5.8, t_0 = -0.0155, (Pérez-Burgos 2017), sin embargo, estas estimaciones sufrieron subestimaciones y o sobreestimaciones al no representar todos los estadios de la población. Se ha sugerido que valores semejantes entre autores apuntan a valores que no dependen del medio ambiente si no de la genética (Kuniyoshi *et al.* 2012, Fuchs *et al.* 2014, Sukhoputova y Kraus 2017, Cabrales-Arellano *et al.* 2017). Sin embargo, el año 2006 fue un año que corresponde a un evento El Niño, de ahí la semejanza con los parámetros obtenidos en 2015 y 2016. López-Martínez (2005) también reporta valores donde la L_{∞} = 185 mm, con una K = 2.98, t_0 = -0.0183. Según el mismo autor estos datos son a causa de una sobre estimación de la talla asintótica al no contar con individuos juveniles, sin embargo no hay que dejar de lado registros de diámetro de hasta 180 mm (Mianzan y Cornelius, 1999) y de la longitud total de 151 mm y 180 mm en Kino (Álvarez-Tello 2007, Pérez-Burgos 2017), por arriba de 145 mm en Guásimas (López-

Martínez 2005) y en el Choyudo (Pérez-Burgos 2017, López-Martínez *et al.* 2017). Aun así, las L_{∞} calculadas para cada año sobrepasan las tallas más altas muestreadas que, debido a diversos factores, entre ellos el hecho de que pudiera existir la mayor representación de individuos juveniles y la escasa presencia de adultos, generan un problema de sobreestimación tal como sugiere López-Martínez *et al.* (2003) para camarones, ya que los organismos adultos son los que determinan la asíntota de la curva, recordando que el modelo no representa la mayor longitud muestreada, sino un promedio (Chong *et al.* 2007).

Los valores del índice de funcionamiento de crecimiento (\emptyset') no varían en gran medida 3.15 (2014), 3.13 (2015) y 3.07 (2016). En otros trabajos se argumenta que la poca variación de \emptyset' indica crecimientos similares entre poblaciones de una misma especie o bien entre especies (Pauly y Munro 1984), sin embargo en este trabajo, además se obtuvo las anomalías de \emptyset' en las que se observa una pequeña reducción en el valor del 2015 y una reducción mayor para el 2016, evidenciando un efecto negativo sobre el crecimiento de esta especie (Fig. 13), los patrones de crecimiento y de talla máxima varían entre cada población y dependen de factores como la disponibilidad del alimento, la temperatura y el reclutamiento de plánulas como de larvas éfiras (Lucas 2001, Straehler-Pohlet *al.* 2011, Holst 2012b, Lesniewski *et al.* 2015). Un ejemplo es el de Wang y Sun (2015), quienes observan que tasas de crecimiento son más altas en temperaturas cálidas, si la temperatura disminuía, el diámetro del velo disminuía y las éfiras no se desarrollaban a medusa, sino hasta que la temperatura aumentaba.

Dadas las curvas de crecimiento estimadas, se observa que el crecimiento de la medusa es acelerado en las primeras fases de vida, alcanzando los primeros dos meses la talla de 97.3 mm (2014), 94.0 mm (2015) y 87.3 mm (2016) teóricamente. Con lo anterior y con base a la talla de primera madurez estimada en el 2016 (83.0 mm), los dos primeros meses de vida de la medusa son decisivos para poder llegar al momento de su madurez sexual, este estimado se encuentra por debajo de lo reportado en otros estudios 87.6 mm (López-Martínez 2006) y 105 mm (Calvalho-Saucedo 2009) en Guásimas, 88.0 mm en el Choyudo (Álvarez-Tello 2007), 91.1 mm en el Desemboque y 108.4 mm en el Golfo de Santa Clara (al norte del Golfo de California) (Pérez-Burgos 2017) en solo una ocasión la talla primera madurez se ha calculado más baja, de 75.6 mm en el Choyudo (Pérez-Burgos 2017), en este estudio se encontró sexos maduros desde los 55 mm (en hembras) y 66 mm (en machos), sin embargo (López-Martínez *et al.* 2006, 2017) han reportado individuos maduros desde los 48 mm en Guásimas y desde 46 mm (en hembras) y 86 mm (en machos) en Veracruz (Pérez-Alvarado 2012).

Se ha reportado la existencia de tres fases de crecimiento típicas en poblaciones de medusas: 1) lento, durante el invierno y a principios de primavera, 2) exponencial, que se da una vez que la temperatura y la disponibilidad de alimento se incrementa y 3) contracción, durante la reproducción, como ocurre en *S. meleagris* (Lucas, 2001). Algunos autores sugieren que el hecho

de tener un crecimiento rápido, puede ser una estrategia que permite a los individuos alcanzar la madurez sexual rápidamente para reproducirse, lo que le confiere una ventaja ante la depredación (Tagliafico *et al.* 2008, Morales y González 2010, Gordon y Seymour 2012) otros a la temperatura, como *Aurelia aurita* que presenta madurez sexual a un tamaño menor cuando se somete a altas temperaturas (Ishii y Båmstedt 1998, Lucas y Lawes 1998).

Tomando en cuenta esto y el tiempo estimado para su reproducción hay que señalar que, bajo estos parámetros las medusas (de este estudio) alcanzan la talla de captura permitida de 110 mm (establecida en la Carta Nacional Pesquera) a los tres meses 120 mm (2104), 118 mm (2015) y 110 mm (2016), justo cuando la curva de crecimiento se hace asintótica y el crecimiento por ende más lento. Es importante prestar atención a los periodos de madurez sexual, así como a las tallas en las que suele presentarse esta. Ambas medidas son necesarias para asegurar la reproducción sexual, pues aunque parece que las medusas muestran madurez antes de la talla de primera captura, establecida en la Carta Nacional Pesquera, estas se encuentran sujetas a pesca, por lo general en el periodo en el cual comienzan a encontrarse y reproducirse individuos maduros.

El periodo reproductivo consta de los meses en que la medusa se encuentra sexualmente madura, representados aquí con los meses de marzo a mayo y aunque con una menor proporción en junio. Según López-Martínez *et al.* (2006, 2017), tanto en machos como hembras se ha observado el inicio del desarrollo gonadal en el mes de enero, coincidiendo con lo aquí obtenido, sin embargo con una clara dominancia de hembras inmaduras, los machos maduros se presentaron en la primera quincena de febrero. Esto podría indicar que las éfiras que se liberan en noviembre y diciembre son las primeras en crecer, madurar y por lo tanto tener la capacidad de reproducirse, sin embargo no es así, pues se mostró que hembras maduras se presentan hasta la primera quincena de marzo, sin embargo, la medusa pasa alrededor de tres a cuatro meses en su fase adulta, y según López-Martínez (2006) y Gómez-Salinas (2014) con una estacionalidad bien marcada en la actividad reproductiva entre los meses de abril y mayo, dándose la oportunidad de madurar.

Por su parte Gómez-Salinas (2014) analizó el periodo reproductivo de esta especie en la laguna de Las Guásimas, analizando dos eventos de El Niño, uno débil en 2006 y uno moderado en 2009. El comportamiento más semejante con este trabajo fue el año 2006 con respecto a los machos, pues se mostraron maduros durante gran parte del muestreo como aquí, sin embargo, no fue semejante con las hembras, la proporción de hembras maduras fue menor en 2016. Por otro lado durante 2009 la madurez de hembras se presentó durante los meses de abril y mayo, mientras que el de los machos se vuelve a presentar de febrero a mayo. En varios estudios se ha atribuido directamente el desarrollo gonadal a la temperatura, debido a que puede provocar la aceleración de la tasa metabólica (Brewer 1989, Lucas y Lawes 1998, Purcell 2005, Brotz 2011),

pero en otros se ha propuesto una relación indirecta, a través de la productividad primaria afectando procesos fisiológicos (Lucas 2001, Carvalho-Saucedo 2009). En este sentido se ha determinado que en *S. meleagris* la temperatura influye directamente en el aumento de triglicéridos fuente principal de la reserva de ovocitos (Carvalho-Saucedo 2009), sin embargo Gómez-Salinas (2014) no encontró una relación clara entre la temperatura y la maduración sexual, atribuyendo este proceso a la alimentación. Algunos trabajos sugieren que asignar la energía a la maduración sexual en lugar del crecimiento somático es parte de una estrategia cuando el alimento escasea (Ishii y Båmstedt 1998, Lucas y Lawes 1998) y que a su vez esta madurez se encuentra regulada por la tasa de crecimiento corporal, condicionada a la disponibilidad del alimento. Así Gómez-Salinas (2014) refiere una alta proporción de estadios inmaduros (de ambos sexos) durante los primeros meses del año del 2009 debido a la escasez de alimento, al reportar estómagos vacíos durante estadios inmaduros y estómagos con algún tipo de presa durante los meses en los que ambos sexos se encuentran sexualmente maduros. Aunque en este trabajo no se realizó este tipo de análisis, esta explicación podría ser una posibilidad, tomando en cuenta los máximos de zooplancton antes mencionados, encontrados durante el mes de marzo, mes con mayor proporción de individuos maduros (Rivera-Acuña 2013, Gómez-Salinas 2014, Álvarez-Tello *et al.* 2015). En general no sólo es un factor el que determina la madurez de las medusas, sino un conjunto de estos como la temperatura, alimento y la competencia, los que pueden permitir que la madurez de una especie varíe (Pitt y Kingsford 2000). A pesar de esto hay trabajos que atribuyen a la temperatura algún proceso reproductivo, por ejemplo en *Cyaena sp.* el desarrollo sexual y el inicio de la reproducción están relacionadas con la temperatura (Brewer 1989), en *Chrysaora quinquecirrha* la tasa de producción de huevos es mayor cuando las temperaturas son altas (Purcell y Decker 2005) mientras que en *Pelagia noctiluca* a mayor temperatura menor proporción de maduración en las hembras.

Se han realizado diversos trabajos acerca de la proporción sexual (hembra-macho) en esta especie en la que se distinguen algunas variaciones 1.0:1.2 , 1.0:1.0, 1.3: 0.7 en Guásimas (López-Martínez *et al.* 2006, Carvalho-Saucedo *et al.* 2011, Gómez-Salinas 2014), 0.8:1.0 en Bahía Kino, 0.9:1.0 en el Choyudo y 1.3:1.0 en Santa Clara y Desemboque (Pérez-Burgos 2017). También se han analizado estas proporciones para el Golfo de México: 1.0:0.0, 1.0:3.0 y 1.0:2.2 en Tabasco y 1.0:1.2 y 1.3:1.0 en Veracruz (Puente-Tapia 2009, Pérez-Alvarado 2012), estas proporciones oscilan entre las proporciones 1:1 a pesar de la espacialidad y tiempo en el que fueron realizadas y a pesar de la probable variación biológica que exista entre cada una de ellas así otras especies comparten esta característica *Lynchnorhiza lucerna* (Schariti *et al.* 2008), *Pelagia noctiluca* (Rosa *et al.* 2013), *Cyaena sp.* (Brewer 1989) y *Catostylus mosaicus* (Pitt y Kingsford, 2000).

A pesar de la similitud entre la proporción sexual que pueden presentar las medusas se han reportado menores frecuencias porcentuales de machos maduros que de hembras maduras

en *S. meleagris* (Carvalho-Saucedo *et al.* 2009), incluso en este trabajo la cantidad total de hembras es mayor que la de machos (aunque por poco), y sin embargo, ya se observan machos maduros antes que las hembras, Carvalho-Saucedo *et al.* (2009) sugieren que se debe a un desfase del inicio del periodo reproductivo entre sexos y al igual que Pérez-Burgos (2017) propone que dichas proporciones se deben a la temperatura y al tiempo en el desarrollo sexual de las hembras, al que reportan más lento, o bien a la diferencia entre las variables ambientales entre el tiempo que fueron capturadas (Pitt y Kingsford 2000, Carvalho-Saucedo 2009).

En este trabajo se hizo referencia al “reclutamiento” de la especie de dos maneras diferentes, uno con respecto al número de individuos jóvenes que se incorporaban a la población en forma de éfira (nuevos reclutas) y otro con respecto al “patrón de reclutamiento” que se estima a partir de los parámetros de crecimiento y que sirve para generar indirectamente patrones de reproducción. Sin embargo, los meses calculados correspondientes al patrón de reclutamiento son los de la segunda mitad del año, periodo en el que no hay medusas en la zona, debido a que la medusa muere a causa del deterioro y cambios en su composición química, lo que provoca que comiencen a presentarse arribazones de medusas muertas a las orillas de la playa. El método usado en este trabajo fue diseñado para peces y no invertebrados y mucho menos organismos con ciclo metagénico como la medusa y se ha supuesto que dicha estimación “puede deberse al nacimiento de pólipos posteriores a la reproducción sexual (reflejo del reclutamiento de la larva plánula)” (Carvalho-Saucedo 2009, Pérez-Burgos 2017) que se observa en marzo y abril (López-Martínez *et al.* 2006, Carvalho-Saucedo 2009, Carvalho-Saucedo *et al.* 2011, Gómez-Salinas 2014) No obstante, se ha mencionado que aproximadamente se requiere de 15 días para que la larva éfira pase a formar una medusa (cuando el pólipo se encuentra en óptimas condiciones) (Ocampo en Carvalho-Saucedo 2009) y gracias a la colaboración del “Laboratório de Cultivo e Estudos Cnidaria” se observó personalmente que la éfira tarda alrededor de una semana (una vez liberada) en convertirse en un juvenil de la medusa *S. meleagris*. Con respecto a esto, el patrón de reclutamiento calculado en el periodo 2014-2016 se observa poco antes o justo durante la presencia de larvas éfiras y juveniles en el muestreo, quizá sea reflejo del crecimiento o transformación de éfira a medusa en respuesta a los factores o cambios ambientales. Lamentablemente no se tiene la información necesaria que soporte esta sugerencia, pues aunque se tienen indicios de que es lo que podría causar la estrobilación y liberación de éfiras, aún es incierto (Sukhoputova y Kraus 2017), de cualquier manera esto es importante porque las abundancias en lugares cerrados y poco profundos como la laguna de Las Guásimas pueden deberse en gran parte al reclutamiento de la fase éfira, post éfira y a su desarrollo así como a la plánulas (Lucas 2001, Straehler-Pohl y Jarms 2010, Holst 2012).

La liberación de éfiras osciló entre 5 y 7 meses, aunque no en la misma proporción por mes, si bien esta comenzó en diciembre o noviembre (comportamiento que previamente se había

reportado) (López-Martínez *et al.* 2006, López-Martínez 2008, Álvarez-Tello *et al.* 2015, López-Martínez *et al.* 2017), las mayores proporciones de individuos juveniles se encontraron en enero, febrero y marzo. En otras especies la liberación de éfiras puede ocurrir un par de meses o varias veces en un año, incluso presentarse todo el año, dichas liberaciones pueden ser prolongadas o semi-continuas (Lucas 1986, Schneider 1989, Holst 2012a). El proceso de liberación así como los de formación, estrobilación y crecimiento de algunas especies como *Aurelia aurita*, *Aurelia sp1* y *N. nomurai* se documentan como resultado en conjunto de factores como la luz, la temperatura, la salinidad, el pH, el oxígeno disuelto, la química del agua en relación a la densidad y la disponibilidad de alimento (Lucas 2001, Sun *et al.* 2015, Wang y Sun 2015, Sukhoputova y Kraus 2017). Se ha mencionado que en conjunto temperaturas óptimas y disponibilidad del alimento son dos factores que podrían ser suficientes para que la especie se desarrolle (Xu *et al.* 2013, Lesniowski *et al.* 2015, Wang y Sun 2015) y que estas condiciones son previas al crecimiento y maduración de estas especies (Gordon y Seymour 2012), sin embargo, no son la única razón de formación de éfiras o estrobilación. En el caso de *S. meleagris* se conoce que la liberación se da a partir del aumento de la temperatura de alrededor de dos grados centígrados en la laguna (López-Martínez *et al.* 2006).

Gracias al proceso de liberación de éfiras y la sobrevivencia de juveniles “frente a la temperatura” puede determinarse la abundancia, la estructura poblacional y la biogeografía de la especie (Holst 2012a). La mortalidad durante estos estadios puede tener un efecto mayor en la abundancia de los adultos en la columna del agua, por lo que la mortalidad tanto en plánulas, pólipos y éfiras es muy importante en el desarrollo de las variaciones interanuales de la abundancia, pues hay una densidad-dependencia en las poblaciones de medusas donde, seguido de un año con alta proporción de medusas pequeñas, le sigue uno de baja proporción de mayores tallas (Lucas, 2001). Se ha concluido, bajo observaciones en laboratorio que la inducción a la estrobilación depende de las condiciones de vida del cultivo previas a las que haya estado expuesta (Sukhoputova y Kraus 2017).

Las abundancias calculadas en este estudio variaron, la más alta fue en el año 2015 con 1,718,551,518 individuos, la más baja para el año 2016 con 309,045,842 individuos y el año 2014 correspondiente a un año promedio presenta estimaciones de abundancias moderadas con 797,173,009 individuos. Estimaciones anteriores en la laguna de Las Guásimas oscilan entre 7,650,113 individuos (2006) y de 73,502,633 individuos (2005) (López-Martínez *et al.*, 2005, 2006) sin embargo, en estas estimaciones hubo poca representación de los individuos juveniles, de manera que es posible pensar que las abundancias han aumentado.

La relación entre la alta estimación de abundancia en el 2015 y baja estimación en el 2016 podrían explicarse gracias los individuos juveniles. Es importante recordar que la proporción de éfiras y juveniles encontrados en el año 2015 fue menor en comparación a los años 2014 y 2016, a

pesar de esto fue el año con mayor abundancia en el estudio, algunas de las causas registradas por las cuales se inhibe la liberación de éfiras son los cambios en la temperatura, la poca disponibilidad del alimento y factores metabólicos de la especie (Kuniyoshi *et al.* 2012, Sukhoputova y Kraus 2017). Por otro lado en el año 2016 se presentó la mayor cantidad de individuos juveniles con algún tipo de deformación o deterioro (14.5%), ya sea con lóbulos contraídos o deformados (a pesar que la preservación utilizada fue igual para los tres años) o bien sin la presencia de alguno de sus lóbulos, de manera tal, que probablemente se afectó a los individuos juveniles o éfiras y esto posteriormente afecta su abundancia, sin embargo la mortalidad natural estimada para el año 2015 (9.1), es mayor que la estimada en el 2016 (6.9), aunque en cada año la mortalidad por pesca fue menor, lo que indica mayor cantidad de muertes por causas naturales. Gracias al análisis de estructura de tallas de Jones, es posible observar que suceden en mayor tamaño en tallas que corresponden a individuos juveniles.

Además se conoce que existe un desfase en los efectos que el fenómeno de El Niño sobre en el Golfo de California (Escalante *et al.* 2013) , previo al año 2016 se presentó un evento débil en 2015, que aumento hasta convertirse en uno intenso y que probablemente afecto a todos los estadios de crecimiento. En este sentido se ha estimado que bajo un evento de El Niño (débil o intenso), se afectó directamente la cantidad de clorofila a, disminuyendo con respecto a años promedio o eventos que involucran eventos la Niña (Escalante *et al.* 2013) y aunque esto mismo se observó para la productividad primaria, es únicamente registrado para la boca del Golfo de California, no en el centro. Aún con esto se sabe que la productividad primaria no es estadísticamente diferente a las condiciones de un año promedio (Espinosa-Carreón y Valdéz-Holguín 2007, Valdéz-Holguín y Lara-Lara1987).

En la mortalidad natural calculada por estructura de tallas, se observa que afecta en mayor proporción a los estadios juveniles. Este tipo de problemas para el 2015 quizá fueron evitados debido a la poca cantidad de reclutas que se encontraron en la laguna, lo que hace suponer que se encontraban bajo menor presión por competencia por alimento, y por tanto presentar la capacidad de poder alcanzar tallas más grandes. Algunos trabajos contrastan entre lo que podría ser este aumento o disminución de la clorofila y nutrientes bajo los efectos de un El Niño intenso (Valdéz-Holguín1987, Espinosa-Carreón y Valdéz-Holguín 2007), pues también registran una alta productividad primaria durante estos eventos, sin embargo se hace para fitoplancton de tallas muy pequeñas, además se menciona el bajo o nulo efecto de diversos eventos El Niño, sobre la producción primaria en la zona centro del Golfo de California. De ser así, aún podría manejarse la situación hipotética de la lucha por el alimento por lo que se sugeriría bajo los antecedentes ya mencionados, que la mayor limitante para la abundancia de las medusas sería la disponibilidad del alimento.

Otro evento que no se ha tomado en cuenta es la migración, se ha supuesto que existe un potencial de migración hacia el norte y sur del Golfo, abarcando las zonas de Choyudo, Sahuimaro y Bahía de Kino. Dichas migraciones podrían causar bajas que no se contabilizan ningún análisis, Pérez-Burgos (2017) incluso señala a Sahuimaro como una localidad de transición. Se ha mencionado que en cada población de medusas se “espera una acción de selección natural” propio de su hábitat que determine “umbrales” ambientales para el inicio de procesos biológicos (Sukhoputova y Kraus 2017). Con base en el periodo reproductivo calculado para zonas al norte de Guásimas y estudios previos realizados (López-Martínez *et al.* 2005, Álvarez-Tello 2007, Pérez-Burgos 2017, Bracamonte 2017, López-Martínez *et al.* 2017) estas podrían pertenecer a otras poblaciones, sin embargo no se descarta este evento.

Mortalidades calculadas previamente para esta especie por López-Martínez (2005) con una $M= 8.1$, López-Martínez (2006) con $M= 4.47$ y Álvarez-Tello (2007) (en Bahía de Kino) con $M= 6.1$, indican que los valores de mortalidad natural estimados para este estudio coinciden con valores previamente estimados. Se ha sugerido que la mortalidad natural, se encuentra relacionada con el coeficiente de crecimiento, de manera que entre más elevado sea el valor de K , existe la probabilidad de que M sea elevada, esta relación se observó en los resultados por año calculados (2014: $K= 5.7$, $M=8.5$; 2015: $K= 5.1$, $M=9.1$; 2016: $K= 4.6$, $M=6.9$), por lo que la propuesta podría ser válida también en medusas.

En el caso de la mortalidad por pesca, se observó una gran variabilidad interanual que fluctúa entre 10.1 (2014), 4.5 (2015) y 5.1 (2016). Anteriormente López-Martínez (2005 y 2006) y Álvarez-Tello (2007) mencionaron para esta pesquería una mortalidad por pesca que oscilaba de los 1.14 a 1.6 por año, razonablemente pequeñas si se toma en cuenta que representan años en los que la pesquería de esta especie no estaba formalmente abierta, así mismo se reporta la tasa de explotación. Un valor óptimo de la tasa de explotación (E) es cuando el valor de F es igual al de M , representado E con un valor de 0.5, el cual es considerado como el óptimo de explotación (Gulland, 1971). Sí el valor de E sobrepasa el 0.5 se habla entonces de una sobreexplotación del recurso. En este trabajo únicamente el año 2014 muestra una tasa de explotación de 0.5, en los demás años se estima por debajo con 0.3 (2015) y 0.4 (2016). En este mismo sentido, las capturas fueron más grandes en el año 2014 que en los años posteriores, a pesar de que en 2015 se haya estimado una mayor abundancia.

Las tallas con mayor explotación variaron entre años, de 81 a 135 mm en 2014, de 91 a 140 mm en 2015 y de 105 a 135 mm para el 2016, mientras que López-Martínez (2005, 2006) reportó tallas con mayor explotación en esas temporadas superiores a 110 mm de L_t , la talla a la que está definida la pesquería de esta especie, este aspecto es muy importante porque se están explotando individuos que probablemente aún no se han reproducido y aunque la mayor parte de la explotación se observa a tallas grandes, en el 2016 la explotación comienza a restringirse a

tallas por debajo de la establecida (López-Martínez *et al.* 2005, Álvarez-Tello 2007, Pérez-Burgos 2017, Bracamonte 2017, López-Martínez *et al.* 2017). Con base a esta información y a los resultados obtenidos de talla de primera madurez sexual, se sugiere replantear la talla de primera captura, así como la constante revisión de los parámetros poblacionales para regular su extracción, ya que es evidente el cambio y variación interanual que la especie presenta.

IX. CONCLUSIONES

Los parámetros de crecimiento calculados fueron para el 2014 $L_t = 158 [1 - e^{-5.7(t-(-0.0311))}]$, 2015, $L_t = 163 [1 - e^{-5.15(t-(-0.0343))}]$ y 2016 $L_t = 161 [1 - e^{-4.60(t-(-0.0387))}]$. En 2015 y 2016 asemejan valores con las estimaciones realizadas en el 2006, que fue catalogado como año El Niño, sin embargo las fluctuaciones en estos parámetros son tan frecuentes y debidas a una diversa cantidad de factores ambientales que hace necesario la constante evaluación del recurso, esto es, un manejo adaptativo, tomando en cuenta que la medusa aumenta el tiempo de residencia en la laguna de Las Guásimas de 4, 6 a 8 meses durante los años 2015 y 2016 correspondientes a las fases inicial y máxima del evento El Niño 2015-2016.

Aunque se plantea que un reflejo de la abundancia, booms o “outbreaks” son la presencia de éfiras en la laguna, deben tomarse en cuenta diversos factores más como las condiciones óptimas de temperatura, la disponibilidad del alimento, oxígeno disuelto, química del agua e incluso historia previa del pólipo, pues de ellas depende no sólo la liberación, si no el crecimiento y transformación de la éfira y consecuentemente el tamaño de la población. El no contar con niveles óptimos en alguno de estos parámetros, se puede inducir a la inhibición y muerte de los individuos o bien seguridad de su sobrevivencia, el 2015 año en el que se mostraron proporcionalmente menos individuos juveniles y éfiras con respecto a los años 2016 fue un año bajo efectos de comienzos de El Niño que dio lugar a la mayor cantidad de abundancia estimada (1, 718, 551,518 individuos), con capturas de 5,030 toneladas y una tasa de explotación por debajo de la explotación óptima, contrariamente a lo que paso al año 2016 con un alta proporción de individuos juveniles encontrada fue alta, pero con abundancias por debajo al año previo (309,045,842 individuos) incluso por debajo al año promedio. Si bien las capturas son bajas durante los eventos ENSO en comparación a las estimaciones de abundancia y a los cálculos de la tasa de explotación (2015= 0.37, 2016=0.48), gracias al análisis de tallas basado en Jones (1984) se pudo observar que una parte de la población está siendo sujeta a pesca por debajo de la talla de captura permitida. En este trabajo se estimó una talla de primera madurez de 83 mm, mientras que a partir de los 80 mm se comienza a vislumbrar una tasa de explotación. Dado que se advirtieron tallas de primera madurez muy diferentes (87 mm y 105 mm). Es necesaria la continua revisión de este parámetro, pues los periodos de maduración no cambian, pero las tallas capturadas sí y podrían

desencadenar problemas no sólo con la reproducción si no también con la explotación de la misma.

La medusa es un recurso que biológicamente está sujeto a diversos factores físicos químicos y genéticos que es importante evaluar por periodos cortos de tiempo, en los que sea posible obtener relaciones concretas a cerca de cada uno de los procesos que aseguren su sobrevivencia.

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Tello, J. (2007). *La pesquería de la medusa bola de cañón (Stomolophus meleagris) en la region de Bahía de Kino-El Choyudo, Sonora, durante 2006*. Instituto Tecnológico de Guaymas.
- Álvarez-Tello, J., López-Martínez, J. y Rodríguez-Romero, J. (2013). Primer registro de la asociación entre *Stomolophus meleagris* (Cnidaria: Scyphozoa: Rhizostomeae) y *Conchoderma cf virgatum* (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) en el Golfo de California. *Hidrobiológica*, 23(1), 138-142.
- Álvarez-Tello, J., López-Martínez, J., Funes-Rodríguez, R., Lluch-Cota, B., Rodríguez-Romero, J., y Flores-Coto, C. (2015). Composición, estructura y diversidad del mesozooplankton en Las Guásimas, Sonora, un sitio Ramsar en el Golfo de California, durante 2010. *Hidrobiológica*, 25(3), 401-410.
- Arai, M. N. (2001). Pelagic coelenterates and eutrophication: a review. *Hydrobiología*, 451, 69-87.
- Arreola-Lizarraga, J. A. (2003a). *Bases de manejo costero: Patrones ecológicos en la laguna costera Las Guásimas, Territorio Yaqui, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Arreola-Lizarraga, J. A. (2003b). *Bases de manejo: Patrones ecológicos en la laguna costera Las Guásimas, Territorio Yaqui, México*. Centro de Invetigaciones Biologicas del Noroeste.
- Arreola-Lizarraga, J. A., Hernández-Moreno, L. G., Hernández-Vázquez, S., Flores-Verdugo, F. J., Lechuga-Devezé, C., y Ortega-Rubio, A. (2003). Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (Decapoda,Portunidae) in a coastal lagoon of northwest, México. *Crustaceana*, 76(6), 651-664.
- Bhattacharya, C. (1967). A simple method of resolution of a Distribution into Gaussian Components. *Biometrics*, 23(1), 115-135.
- Brewer, R. H. (1989). The Annual Pattern of Feeding, Growth, and Sexual Reproduction in *Cyanea* (Cnidaria: Scyphozoa) in the Niantic River Estuary, Connecticut. *The Biological Bulletin*, 176, 272-281.
- Bracamonte-González, M. E. (2017). *Análisis morfológico de los fenotpos de la medusa bola de cañón Stomolophus meleagris (L.Agassiz 1860) en el litoral sonorens*. Universidad de Sonora.

- Brodeur, R. D., Decker, M. B., Ciannelli, L., Purcell, J. E., Bond, N. A., Stabeno, P. J., Hunt Jr, G. L. (2008). Rise and fall of jellyfish in the eastern Bering Sea in relation to climate regime shifts. *Progress in Oceanography*, 77, 103-111.
- Brotz, L. (2011). *Changing Jellyfish Populations: Trends in Large Marine Ecosystems*. The University of British Columbia.
- Brotz, L. y Pauly, D. (2012). Jellyfish populations in the Mediterranean Sea. *Acta Adriatica*, 53(2), 211-230.
- Brusca, R. C. y Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates*. Massachusetts: Inc., Publishers Sunderland.
- Burrola-Sánchez, M. S., López-Martínez, J., Padilla-Arredondo, G., Urias-Laborin, D., y Padilla-Serrato, J. G. (2008). Influencia de los procesos costeros sobre la distribución de la medusa bola de cañón *Stomolophus melegris* (Agassiz, 1860) en el Golfo de California. En *La variabilidad ambiental y las pesquerías de México* (pp. 154-177).
- Cabrales-Arellano, P., Islas-Flores, T., Thomé, P. E., y Villanueva, M. A. (2017). Indomethacin reproducibly induces metamorphosis in *Cassiopea xamachana scyphistomae*. *PeerJ*, 5, e2979.
- Cabrera-Bravo, J. L., Azpra-Romero, E., Zarraluqui-Such, V., Gay-García, C. y Estrada-Porrua, F. (2010). Significance tests for the relationship between «El Niño» phenomenon and precipitation in Mexico. *Geofísica Internacional*, 49(4), 245-261.
- Calder, D. R. (1982). Life history of the cannonball jellyfish, *Stomolophus melegris* L. Agassiz, 1860 (Scyphozoa, Rhizostomida). *Biol Bull*, 162, 149-162
- Cane, M. A. (1983). Oceanographic Events During El Niño. *Science*, 222(4629), 1189-1195.
- Carvalho-Saucedo, L. (2009). *Biología reproductiva de La fase medusa de Stomolophus melegris L. Agassiz 1982, en la laguna Las Guásimas, Sonora, México*. Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C. (CIBNOR).
- Carvalho-Saucedo, L., López-Martínez, J., García-Domínguez, F., Rodríguez-Jaramillo, C., y Padilla-Serrato, J. (2011). Biología reproductiva de la medusa bola de cañón *Stomolophus melegris* en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Hidrobiológica*, 21(1), 77-88.
- Castelo-Bautista, B. 2012. Efecto de la temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase pólipo de la medusa bola de cañón *Stomolophus melegris*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Biólogo Marino. La Paz, Baja California, México.
- Chávez-López, S., y Álvarez-Arellano, A. D. (2006). Batimetría, sedimentos y ambientes de depósito en la laguna costera de Guásimas Sonora, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 60, 7-21.
- Chong, J. V., Aguayo, M., y Payá, I. (2007). Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de la merluza de cola, *Macrurus magellanicus* Lönnberg, 1907 (Macruridae, Gadiformes) en el Océano Pacífico Suroriental. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3), 311-333.
- Daly, M., Brugler, M. R., Cartwright, P., Collins, A. G., Dawson, M. N., Fautin, D. G., Stake, J. L. (2007). The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after

- Linnaeus. *Zootaxa*, 1668, 127-182.
- Dawson, M. N., Martin, L. E., y Penland, L. K. (2001). Jellyfish swarms, tourists, and the Christ-child. *Hydrobiologia*2, 451, 131-144.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Pub. DOF*, 2
- Diario Oficial de la Federación - SAGARPA. (2012). *Carta Nacional Pesquera*. México.
- Eckelbarguer, K. ., y Larson, R. (1992). Ultrastructure of the ovary and oogenesis in the jellyfish *Linuche unguiculata* and *Stomolophus meleagris*, with a review of ovarian structure in the Scyphozoa. *Marine Biology*, 114, 633-643.
- Escalante, F., Valdéz-Holguín, J. E., Álvarez-Borrego, S., y Lara-Lara, J. R. (2013). Temporal and spatial variation of sea surface temperature, chlorophyll a , and primary productivity in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 39(2), 203-215.
- Espinosa-Carreón, L. T., y Valdéz-Holguín, J. E. (2007). Variabilidad interanual de clorofila en el Golfo de California. *Ecología Aplicada*, 6, 83-92.
- Félix-Torres, F. J., Garrido-Mora, A., Sánchez-Alcudia, Y., Sánchez-Martínez, J., Granados-Berber, A. A., y Ramos Palma, J. L. (2016). Distribución y abundancia espacial y temporal de *Stomolophus meleagris* (Rhizostomae: Stomolophidae) en un sistema lagunar del sur del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 167-179.
- Fernández-Álamo, M. A. y Färber-Lorda, J. (2006). Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*2, 69, 318-359.
- Fuchs, B., Wang, W., Graspentner, S., Li, Y., Insua, S., Herbst, E.-M., ... Khalturin, K. (2014). Regulation of Polyp-to-Jellyfish Transition in *Aurelia aurita*. *Current Biology*, 24, 263-273.
- García-Herrera, R., Díaz, H. F., García, R. R., Prieto, M. R., Barriopedro, D., Moyano, R. y Hernández, E. (2008). A Chronology of El Niño Events from Primary Documentary Sources in Northern Peru. *Journal of Climate*, 21, 1948-1962.
- García-Morales, R., López-Martínez, J., Valdéz-Holguín, J. E., Herrera-Cervantes, H., y Espinosa-Chaurand, L. D. (2017). Environmental Variability and Oceanographic Dynamics of the Central and Southern Coastal Zone of Sonora in the Gulf of California. *Remote Sens*, 9.
- Gómez-Aguirre, S. (1980). Variación estacional de grandes medusas (Scyphozoa) en un sistema de lagunas costeras del Sur del Golfo de México (1977/1978). *The Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(2), 183-185.
- Gómez-Aguirre, S. (1991). Larva éfira y diferenciación de *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa Rhizostomeae) en plancton de lagunas costeras de Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 62(3), 383-389.
- Gómez-Larrañeta, M. (1967). Crecimiento de *Pagellus erithrinus* de las costas de Castellón. *Inv. Pesq*, 31, 185-258.
- Gómez-Salinas, L. C. (2014b). *Variabilidad en la reproducción sexual de la medusa Stomolophus meleagris (L. Agassiz, 1862) en las Guásimas, Sonora, México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gordon, M., y Seymour, J. (2012). Growth, Development and Temporal Variation in the Onset of Six

Chironex fleckeri Medusae Seasons: A Contribution to Understanding Jellyfish Ecology. *PLoS ONE*, 7(2), e31277.

- Gulland, J. . (1971). *Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces*.
- Hernández, L., y Arreola-Lizarraga, J. A. (2007). Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 225-233.
- Hernández- Tlapale, C. (2010). *Fase, Efecto de la temperatura en la reproducción asexual de la fase pólipo en la medusa bola de cañón Stomolophus meagris Agassiz, 1862 (Scyphozoa, Rhizostomeae) en condiciones controladas*. UNIVERSIDAD DEL MAR.
- Hilborn, R. (2007). Reinterpreting the State of Fisheries and their Management. *Ecosystems*, 10, 1362-1369.
- Holst, S. (2012a). Effects of climate warming on strobilation and ephyra production of North Sea scyphozoan jellyfish. *Hydrobiologia*, 690, 127-140.
- Holst, S. (2012b). Morphology and development of benthic and pelagic life stages of North Sea jellyfish (Scyphozoa, Cnidaria) with special emphasis on the identification of ephyra stages. *Marine Biology*, 159, 2707-2722.
- Hsieh, Y.H. P., Leong, F.M., y Rudloe, J. (2001). Jellyfish as food. *Hydrobiologia*, 451, 11-17.
- Ishii, H., y Båmstedt, U. (1998). Food regulation of growth and maturation in a natural population of *Aurelia aurita* (L.). *Journal of Plankton Research*, 20(5), 805-816.
- Kitamura, M. y Omori, M. (2010). Synopsis of edible jellyfishes collected from Southeast Asia, with notes on jellyfish fisheries. *Plankton Benthos Research*, 5(3), 106-118.
- Kjerfve, B., y Magill, K. . (1989). Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology*, 88, 187-199.
- Kuniyoshi, H., Okumura, I., Kuroda, R., Tsujita, N., Arakawa, K., Shoji, J., ... Osada, H. (2012). Indomethacin Induction of Metamorphosis from the Asexual Stage to Sexual Stage in the Moon Jellyfish, *Aurelia aurita*. *Biosciencia, Biotechnology, and Biochemistry*, 76(7), 1397-1400.
- Lesniewski, T. J., Gambill, M., Holst, S., Peck, M. A., Algueró-Muñiz, M., Haunost, M., Boersma, M. (2015). Effects of food and CO₂ on growth dynamics of polyps of two scyphozoan species (*Cyanea capillata* and *Chrysaora hysoscella*). *Marine Biology*, 162, 1371-1382.
- Lluch-Cota, S. E., Parés-Sierra, A., Magaña Rueda, V. O., Arreguín-Sánchez, F., Bazzino, G., Herrera-Cervantes, H., y Lluch-Belda, D. (2010). Changing climate in the Gulf of California. *Progress in Oceanography*, 87, 114-126.
- López-Ibarra, G. A., y Palomares-García, R. (2006). Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41(1), 63-76.
- López-Martínez, J. (2004). *Estimaciones de abundancia de la medusa «bola de cañón» (Stomolophus meleagris) al sur de Sonora para el establecimiento de una pesquería sustentable*. Guaymas, Sonora, México.

- López-Martínez, J. (Ed.). (2008). *La Variabilidad Ambiental y las Pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.
- López-Martínez et al., 2017. Estado de la población de la medusa Bala de Cañón *Stomolophus meleagris*. Variabilidad interanual en la dinámica poblacional, abundancias y distribución. Informe de Proyecto SEMARNAT-2014-1-249458. 121 p.
- López-Martínez, J. y Álvarez-Tello, J. (2008). Medusa bola de cañón: recurso de exportación. *Ciencia y desarrollo*, 34, 8-15.
- López-Martínez, J. y Álvarez-Tello, J. (2013). The jellyfish fishery in Mexico. *Agricultural Sciences*, 4(6A), 57-61.
- López-Martínez, J., Morales-Azpeitia, R., Padilla-Serrato, J., Alcantara-Razo, E., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez, C., ... Torres-Jimenez, R. (2005). *Estimaciones de abundancia de la medusa «bola de cañón» (Stomolophus meleagris) al sur de Sonora para el establecimiento de una pesquería sustentable*. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Serviere, E., Rodríguez, J., Hernández-Saavedra, N., Morales-Azpeitia, R., Padilla-Serrato, J., ... Nevarez-López, C. (2006). *Estimaciones de abundancia de la medusa «bola de cañón» (Stomolophus meleagris) al sur de Sonora para el establecimiento de una pesquería sustentable*. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J. y Rodríguez-Romero, J. (2008). Primer registro de la asociación del jurelillo negro *Hemicaranx zelotes* Gilbert (Pisces: Carangidae) con la medusa bala de cañón *Stomolophus meleagris* Agassiz (Scyphozoa: Rhizostomatidae) en Bahía de Kino, Golfo de California. *Hidrobiológica*, 18(2), 173-176.
- Lucas, C. H. (2001). Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment. *Hydrobiologia*, 451, 229-246.
- Lucas, C. H., y Lawes, S. (1998). Sexual reproduction of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in relation to temperature and variable food supply. *Marine Biology*, 131, 629-638.
- Magaña-Rueda, V. (2004). *Los impactos del niño en México*. México: Centro de Ciencias de la Atmosfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación.
- Makabe, R., Kurihara, T., y Uye, S. I. (2012). Spatio-temporal distribution and seasonal population dynamics of the jellyfish *Aurelia aurita* s.l. studied with Dual-frequency IDentification SONar (DIDSON). *Journal of Plankton Research*, 34(11), 936-950.
- Marlyn L., S. (2009). *Hydroclimatology. Perspectives and applications*. (Cambridge).
- Marques, A. C. y Collins, A. G. (2004). Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Invertebrate Biology*, 123(1), 23-42.
- Mianzan, H. W. y Cornelius, F. S. (1999). *Cubomedusae and Scyphomedusae. Zooplankton of the South Atlantic Ocean*.
- Migotto, A. E., Marques, A. C., Morandini, A. C., y F.L., D. S. (2002). Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil. *Biota Neotropical*, 2(1), 1-31.
- Mills, C. E. (2001). Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia*, 451, 55-68.

- Morales, M., y González, L. W. (2010). Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 299-310.
- Nevárez-López, C., E., V.-H., y Hernández-Saavedra, N. (2009). Cañón”, Caracterización Genética de los fenotipos de la medusa “Bola de (*Stomolophus meleagris*, L. AGASSIZ 1862) en las Guásimas, Sonora. En *Biotecnología Marina, XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras*. Acapulco, Guerrero.
- Ñiquen, M., y Bouchon, M. (2004). Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. *Deep-Sea Research II*, 51, 563-574.
- Ocaña-Luna, A., y Gómez-Aguirre, S. (1999). *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa:Rhizostomeae) en dos lagunas costeras de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 70(2), 71-77.
- Olguín-Jacobson, C. (2016). *Efecto de temperaturas oscilantes en la fisiología de pólipos de medusa Stomolophus meleagris (Rhizostomeae: Stomolophidae)*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
- Omori, M. y Nakano, E. (2001). Jellyfish fisheries in southeast Asia. *Hydrobiologia*, 451, 19-26.
- Padilla-Serrato, J. G. (2011). *Papel ecologico de la medusa Bola de cañón (Stomolophus meleagris, Agassiz, 1862) en la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México*. Instituto Tecnológico de Guaymas.
- Padilla-Serrato, J. G. (2016). *Estructura comunitaria y trófica de os peces en la laguna csteera de Las Guásimas, Sonora, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Padilla-Serrato, J. G., López-Martínez, J., Acevedo-Cervantes, A., Alcántara-Razo, E., y Rábago-Quiroz, C. H. (2013). Feeding of the scyphomedusa *Stomolophus meleagris* in the coastal lagoon Las Guásimas, northwest Mexico. *Hidrobiológica*, 23(2), 218-226.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Sciences* 1980; 39: 175-192.
- Pauly, D. (1987). *A review of the EELEFAN system for the analysis of length-frecuency data in fish and aquatic invertebrates* (ICLARM. Co).
- Pauly, D., y Munro, J. . (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2(1), 21.
- Pérez-Alvarado, A. G. P. C. (2012). *Análisis de algunos aspectos reproductivos de Stomolophus meleagris L. Agassiz, 1862 Y Aurelia Aurita Lineé, 1758 (Cnidaria: Scyphozoa) en la Laguna De Mandinga, Veracruz*”.
- Pérez-Burgos, J. L. (2017). *Aspectos poblacionales de la medusa bola de cañón (Stomolophus meleagris) fase medusa en el centro-norte del litoral de Sonora*.
- Pitt, K. A., y Kingsford, M. . (2000). Reproductive biology of the edible jellyfish *Catostylus mosaicus* (Rhizostomeae). *Marine Biology*, 137, 791-799.

- Powell, D. G. (1979). Estimation of mortality and growth parameters from the length–frequency in the catch. *Rapports et procès-verbaux des réunions / Conseil permanent international pour l'exploration de la mer.*, 175.
- Primo, A. L., Marques, S. C., Falcao, J., Crespo, D., y Pardal, M. A. (2012). Environmental forcing on jellyfish communities in a small temperate estuary. *Marine Environmental Research*, 79, 152-159.
- Puente-Tapia, F. A. (2009). *Distribución en México de Stomolophus meleagris L. Agassiz, 1862 (Cnidaria: Scyphozoa: Rhizostomeae) y aspectos poblacionales en algunos sistemas Estuarino-Lagunares*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Purcell, J. E. (2005). Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85, 461-476.
- Purcell, J. E. (2012). Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations. *Annual Review of Marine Science*, 4, 209-235.
- Purcell, J. E., y Decker, M. B. (2005). Effects of climate on relative predation by scyphomedusae and ctenophores on copepods in Chesapeake Bay during 1987–2000. *Limnology. Oceanography.*, 50(1), 376-387.
- Purcell, J. E., Uye, S. I., y Lo, W. T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*, 350, 153-174.
- Raskoff, K. A. (2001). The impact of El Niño events on populations of mesopelagic hydromedusae. *Hydrobiologia*, 451, 121–129.
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C., y Gibbons, M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(6), 312-322.
- Rivera-Acuña, H. L. (2013). *Comunidad zooplanctónica de la laguna costera Las Guásimas*. Universidad de Sonora.
- Rivera-Martínez, C. M. (2017). *Interacción biológica entre Stomolophus meleagris y las tortugas marinas que habitan en el Golfo de California*.
- Rosa, S., Pansera, M., Granata, A., y Guglielmo, L. (2013). Interannual variability, growth, reproduction and feeding of *Pelagia noctiluca* (Cnidaria: Scyphozoa) in the Straits of Messina (Central Mediterranean Sea): Linkages with temperature and diet. *Journal of Marine Systems*, 111–112, 97–107.
- Rountree, R. A. (1983). *The ecology of Stomolophus meleagris, the cannon ball jellyfish, and its symbionts, with special emphasis on behavior*. University of North Carolina at Wilmington.
- RSIS. (2008). Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. Recuperado a partir de <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1790?language=es>
- Ruiz, J., Prieto, L., y Astorga, D. (2012). A model for temperature control of jellyfish (*Cotylorhiza tuberculata*) outbreaks: A causal analysis in a Mediterranean coastal lagoon. *Ecological Modelling*, 233, 59-69.
- Schiariti, A., Kawahara, M., Uye, S. I., y Mianzan, H. W. (2008). Life cycle of the jellyfish

- Lychnorhiza lucerna (Scyphozoa: Rhizostomeae). *Marine Biology*, 156, 1-12.
- Segura-Puertas, L. (1984). Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (CNIDARIA: HYDROZOA Y SCYPHOZOA) del Pacífico Tropical Oriental. *An Inst Cienc Mar Limnol UNAM*, 8, 1-320.
- Sheperd, J.G. (1987). A weakly Parametric Method for Estimating Growth Parameters from Length Composition Data. En D. Pauly y G. . Morgan (Eds.), *Length-Based Methods in Fisheries Research* (pp. 113-119). Manila, Filipinas.
- Sparre, P., y Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales* (Departamen). Roma: FAO.
- Straehler-Pohl, I., y Jarms, G. (2010). Identification key for young ephyrae: a first step for early detection of jellyfish blooms. *Hydrobiologia*, 645, 3-21.
- Straehler-Pohl, I., Widmer, C. L., y Morandini, A. C. (2011). Characterizations of juvenile stages of some semeanostome Scyphozoa (Cnidaria), with recognition of a new family (Phacellophoridae). *Zootaxa*, 2741, 1:37.
- Sukhoputova, A. ., y Kraus, Y. A. (2017). Environmental Factors Inducing the Transformation of Polyp into Medusae in Aurelia aurita (Scyphozoa). *Russian Journal of Developmental Biology*, 48(2), 106-116.
- Sun, S., Zhang, F., Li, C., Wang, S., Wang, M., Tao, Z., ... Sun, X. (2015). Breeding places, population dynamics, and distribution of the giant jellyfish Nemopilema nomurai (Scyphozoa: Rhizostomeae) in the Yellow Sea and the East China Sea. *Hydrobiologia*, 754, 59-74.
- Tagliafico, A., González, L. W., y Eslava, N. (2008). Estimación de los parámetros de crecimiento y reproducción de la sardina (Sardinella aurita) del sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 37(2), 45-54.
- Uye, S. I. (2008). Blooms of the giant jellyfish Nemopilema nomurai: a threat to the fisheries sustainability of the East Asian Marginal Seas. *Plankton Benthos Research, Suppl.*, 125-131.
- Valdéz-Holguín, J. E., y Lara-Lara, J. R. (1987). Productividad primaria en el Golfo de California efectos del evento El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 13, 34-50.
- Villalba, A. I. A., Ortega-Romero, P., y de la O Villanueva, M. (1989). Evaluación geo-química en la fase sedimentaria de ecosistemas costeros del estado de Sonora, México. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 5(1), 105.
- Wang, Y.-T., y Sun, S. (2015). Population dynamics of Aurelia sp.1 ephyrae and medusae in Jiaozhou Bay, China. *Hydrobiologia*, 754, 147-155.
- Wetherall, J. ., Polovina, J. ., y Ralston, S. (1987). *Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length–frequency data*. (D. Pauly y G. . Morgan, Eds.). ICLARM Conf. Proc.
- Xu, Y., Ishizaka, J., Yamaguchi, H., Siswanto, E., y Wang, S. (2013). Relationships of interannual variability in SST and phytoplankton blooms with giantjellyfish (Nemopilema nomurai) outbreaks in the Yellow Sea and East China Sea. *Journal of Oceanography*, 69, 511-526.
- Zhang, F., Sun, S., y Jin, X. (2012). Associations of large jellyfish distributions with temperature and salinity in the Yellow Sea and East China Sea. *Hydrobiologia2*, 690, 81-96.